

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-247704

(43)Date of publication of application : 30.08.2002

(51)Int.Cl.

B60L 3/06

B60L 15/28

H02P 6/08

H02P 6/12

(21)Application number : 2001-041985

(71)Applicant : KOKUSAN DENKI CO LTD

(22)Date of filing : 19.02.2001

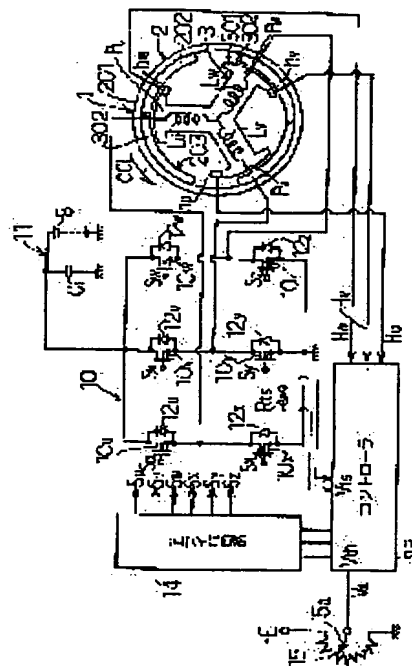
(72)Inventor : SHIMAZAKI MITSUYOSHI
INABA YUTAKA

(54) CONTROL DEVICE OF ELECTRIC MOTOR FOR DRIVING MOTOR- DRIVEN VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a control device of an electric motor for driving a motor- driven vehicle, capable of preventing an abnormal rise in the temperature of an armature coil in an overload state of the electric motor.

SOLUTION: The abnormal temperature rise of the armature coil, which arises when a condition occurs in which the drop of a rotational speed of a brushless DC motor 1 in a full throttle causes the temperature of the armature coils L_u to L_w to rise easily, is prevented by a controller 13 having two functions of deciding that, under the condition of a throttle opening being a prescribed deciding level or higher, the electric motor is in a locked state when the condition that the rotational speed of the brushless DC motor 1 is equal to or lower than a preset lock starting rotational speed continues during a given period of a deciding time, and of controlling the DC motor 1 in such a way that a drive current of the motor is caused to gradually decrease to a limit value at locking.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.08.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the control unit of the motor for motor car both drives which controls the output of the motor for motor car both drives to the throttle opening which is the amount of displacement of a throttle operating member The throttle sensor which outputs the throttle signal of the magnitude which detected said throttle opening and ****ed in this throttle opening, At the time of a rotational-speed detection means to detect the rotational speed of said motor, and the stationary which controls the drive current of said motor according to said throttle signal that the output of said motor should be adjusted to said throttle opening, a drive current control means, Above the lock judging opening to which the throttle opening detected from said throttle signal was set And it judges with said motor being in a lock condition, when it continues between the lock initiation judging time amount to which the condition that the condition which has become below the lock initiation rotational speed to which the rotational speed detected by said rotational-speed detection means was set, or said rotational speed was zero was set. The condition that said throttle opening has turned into said under lock judging opening, Or a lock condition judging means to judge with the lock condition having been canceled when it continued between the lock discharge judging time amount to which the condition of having become more than the lock discharge rotational speed to which said rotational speed was set more highly than said lock initiation rotational speed was set, When judged with said motor being in a lock condition, the control mode of said drive current is made into a lock mode. Drive current-limiting control which said drive current is decreased to limiting value at the time of a lock from the value decided by the drive current control means at the time of said stationary, and restricts the maximum of a drive current to below limiting value at the time of a lock is performed. At the time of the lock of which said drive current is made to increase to the value decided by the drive current control means from limiting value at the time of said stationary at the time of said lock, and said drive current-limiting control is canceled when judged with said lock condition having been canceled, a drive current control means, The control unit of the motor for motor car both drives characterized by providing.

[Claim 2] In the control unit of the motor for motor car both drives which controls the output of the motor for motor car both drives to the throttle opening which is the amount of displacement of a throttle operating member The throttle sensor which outputs the throttle signal of the magnitude which detected said throttle opening and ****ed in this throttle opening, At the time of a rotational-speed detection means to detect the rotational speed of said motor, and the stationary which controls the drive current of said motor according to said throttle signal that the output of said motor should be adjusted to said throttle opening, a drive current control means, Above the lock judging opening to which said throttle opening detected from said throttle signal was set And it judges with said motor being in a lock condition, when it continues between the lock initiation judging time amount to which the condition that the condition which has become below the lock initiation rotational speed to which the rotational speed detected by said rotational-speed detection means was set, or said rotational speed was zero was set. The condition that said throttle opening has turned into said under lock judging opening, Or a lock condition judging means to judge with the lock condition having been canceled when it continued between the lock discharge judging time amount to which the condition of having become more than the lock discharge rotational speed to which said rotational speed was set more highly than said lock initiation rotational speed was set, When judged with said motor being in said lock condition, the control mode of said drive current is made into a lock mode, The value of said drive current is dwindled over the lock initiation control time amount set up to limiting value at the time of a lock from the value decided by the drive current control means at the time of said stationary. Drive current-limiting control which restricts the maximum

of said drive current to below limiting value at the time of said lock is performed. At the time of the lock of which the value of said drive current is made to increase gradually over the lock discharge control time amount set up to the value decided by the drive current control means from limiting value at the time of said stationary at the time of said lock, and said drive current-limiting control is canceled when judged with said lock condition having been canceled, a drive current control means, The control unit of the motor for motor car both drives characterized by providing.

[Claim 3] In the control unit of the motor for motor car both drives which controls the output of the brush loess direct current motor for motor car both drives equipped with the stator which has the armature coil of Rota which has a field, and n phase (n is two or more integers) to the throttle opening which is the amount of displacement of a throttle operating member The throttle sensor which outputs the throttle signal of the magnitude which detected said throttle opening and *****ed in this throttle opening, A rotational-speed detection means to detect the rotational speed of said motor, and the position transducer which detects the angle-of-rotation location to the stator of said Rota, The switching circuit prepared between said DC power supplies and armature coils in order to switch the phase which passes a drive current to said armature coil from DC power supply, A duty ratio operation means to calculate the duty ratio of said drive current to said throttle signal, The switch control means which controls the switching device which constitutes said switching circuit so that the drive current of an PWM wave which has the duty ratio calculated with said duty ratio operation means to the armature coil of the phase determined according to the output of said position transducer may be passed in order to rotate said Rota, Above the lock judging opening to which this throttle opening was set by making into throttle opening the amount of displacement by the side of accelerating of said throttle operating member detected from said throttle signal And it judges with said motor being in a lock condition, when it continues between the lock initiation judging time amount to which the condition that the condition which has become below the lock initiation judging rotational speed to which the rotational speed detected by said rotational-speed detection means was set, or said rotational speed was zero was set. When said throttle opening turns into said under lock judging opening, Or a lock condition judging means to judge with said lock condition having been canceled when it continued between the lock discharge judging time amount to which the condition of having become more than the lock discharge rotational speed to which said rotational speed was set more highly than said lock initiation rotational speed was set, When judged with said motor being in a lock condition, drive current-limiting control which is decreased to a limit duty ratio at the time of a lock from the value which calculated the duty ratio of said drive current with said duty ratio operation means, and restricts the maximum of said drive current to below limiting value at the time of said lock is performed. At the time of the lock of which it is made to increase to the value which calculated the duty ratio of said drive current with said duty ratio operation means from limiting value at the time of said lock when judged with said lock condition having been canceled, and said drive current-limiting control is canceled, a drive current control means, The control unit of the motor for motor car both drives characterized by providing.

[Claim 4] In the control unit of the motor for motor car both drives which controls the output of the brush loess direct current motor for motor car both drives equipped with the stator which has the armature coil of Rota which has a field, and n phase (n is two or more integers) to the throttle opening which is the amount of displacement of a throttle operating member The throttle sensor which outputs the throttle signal of the magnitude which detected said throttle opening and *****ed in this throttle opening, A rotational-speed detection means to detect the rotational speed of said motor, and the position transducer which detects the angle-of-rotation location to the stator of said Rota, The switching circuit prepared between said DC power supplies and armature coils in order to switch the phase which passes a drive current to said armature coil from DC power supply, A duty ratio operation means to calculate the duty ratio of said drive current to said throttle signal, The switch control means which controls the switching device which constitutes said switching circuit so that the drive current of an PWM wave which has the duty ratio calculated with said duty ratio operation means to the armature coil of the phase determined according to the output of said position transducer may be passed in order to rotate said Rota, Above the lock judging opening to which this throttle opening was set by making into throttle opening the amount of displacement by the side of accelerating of said throttle operating member detected from said throttle signal And it judges with said motor being in a lock condition, when it continues between the lock initiation judging time amount to which the condition that the condition which has become below the lock initiation judging rotational speed to which the rotational speed detected by said rotational-speed detection means was set, or said rotational speed was zero was set. When said throttle opening

turns into said under lock judging opening, Or a lock condition judging means to judge with said lock condition having been canceled when it continued between the lock discharge judging time amount to which the condition of having become more than the lock discharge rotational speed to which said rotational speed was set more highly than said lock initiation rotational speed was set, When judged with said motor being in said lock condition, the control mode of said drive current is made into a lock mode. The duty ratio of said drive current is dwindled over the lock initiation control time amount set up to the limit duty ratio at the time of a lock from the value calculated with said duty ratio operation means. Drive current-limiting control which restricts the maximum of said drive current to below limiting value at the time of a lock is performed. When judged with said lock condition having been canceled, the duty ratio of said drive current at the time of said lock with said duty ratio operation means from limiting value The control unit of the motor for motor car both drives characterized by providing a drive current control means at the time of the lock of which it is made to increase gradually over the set-up lock discharge control time amount to the calculated value, and said drive current-limiting control is canceled.

[Claim 5] The control unit of the motor for motor car both drives according to claim 3 or 4 further equipped with the control means for switching-circuit protection which performs control which the judgment result by said lock condition judging means is involved how, and restricts the duty ratio of said drive current to below the limiting value set up beforehand that there is nothing when the temperature detected by the temperature sensor which detects the temperature of the switching device which constitutes said switching circuit, and said temperature sensor exceeds an allowed value.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the control unit which controls the motor used as a driving source of an electric scooter and electric cars, such as an electric vehicle.

[0002]

[Description of the Prior Art] The motor is equipped with the stator which has the armature coil of Rota which has a field, and n phase (n is two or more integers), and he is trying to control rotational speed generally by controlling the drive current passed to an armature coil by the controller. If a controller is carried out in recent years, many things using CPU are used.

[0003] Moreover, as a motor which drives an electric car, many brush loess direct current motors are used. As everyone knows, the brush loess direct current motor is equipped with Rota which has a magnet field, and the stator which has the armature coil of the polyphase of two or more phases, and rotates Rota by switching the excitation phase of an armature coil according to the angle-of-rotation location to the stator of Rota.

[0004] The position transducer which detects an angle-of-rotation location [as opposed to the stator of Rota in the driving gear which drives this kind of motor], The switching circuit prepared between DC power supply and an armature coil in order to switch the phase which passes a drive current to an armature coil from DC power supply, The throttle operating member operated in case the output of a motor is adjusted, and the throttle sensor which outputs the throttle signal of the magnitude which detected the amount of displacement of a throttle operating member as throttle opening, and ****ed in this throttle opening, It is constituted by the controller which controls a switching circuit to switch the phase which passes a drive current according to the output of a position transducer in order to rotate Rota.

[0005] By equipping the controller with CPU and making this CPU perform a predetermined program A duty ratio operation means to calculate the duty ratio of a drive current to the value of a throttle signal, The PWM control means which controls a switching circuit to consider as the current of an PWM wave which has the duty ratio which calculated the drive current with the duty ratio operation means, The angle-of-advance control means controlled to shift only the angle of advance which calculated the change-over include angle of the phase which passes a drive current to the throttle signal to the change-over include angle of the criteria decided by the output of a position transducer is constituted.

[0006] The duty ratio of a drive current shows the rate of ON time amount to the period of turning on and off of a drive current here, and when the period of toff and turning on and off is set to T (= ton+toff) for the time amount from which ton and a drive current become zero about the time amount to which a drive current flows, duty ratio DF is defined by $DF = (\text{ton}/T) \times 100[\%]$.

[0007] Although the output of a motor is adjusted in an electric car by carrying out the variation rate of the throttle operating members, such as an accelerator grip and an accelerator pedal In order to make operation feeling of a car good and to make smooth operation perform Duty ratio DF of a drive current is not controlled only to the amount alpha of displacement of a throttle operating member (throttle opening). Duty ratio DF is controlled to the both sides of the throttle opening alpha and rotational speed N to change the rate of change of duty ratio DF to a throttle operating member according to the rotational speed N of a motor [rpm].

[0008] In controlling duty ratio DF to the throttle opening alpha and rotational speed N as mentioned above ROM is made to memorize the three-dimension map which gives the relation between the throttle opening alpha, rotational speed N, and duty ratio DF of a drive current. The technique of carrying out on-off control of

the switching device of a switching circuit is taken so that duty ratio DF may be calculated to rotational speed N and the throttle opening alpha by CPU and a drive current may be made intermittent by calculated duty ratio DF using this map.

[0009] Moreover, in a brush loess direct current motor, only the predetermined include angle is shifting the change-over include angle (electrical angle) which switches the phase of the armature coil which passes a drive current to the theoretical change-over include angle decided by the mechanical configuration of a motor. The phase contrast of the change-over include angle of the phase which passes a drive current, and a theoretical change-over include angle is called angle-of-advance gamma, and, generally this angle-of-advance gamma is set as the advancing side.

[0010] In the brush loess direct current motor, generating torque and a maximum shaft speed change with above-mentioned angle-of-advance gamma, and if the tooth lead angle of angle-of-advance gamma is carried out, although a maximum shaft speed will become low if angle-of-advance gamma is set up so that torque may be enlarged, and a maximum shaft speed will become high, generating torque becomes small.

[0011] usually, in using a brush loess direct current motor as a driving source of an electric car It is angle-of-advance gamma of normal about angle-of-advance gamma which can acquire torque big enough at the time of a low speed. It sets up by carrying out. It responds to the rise of rotational speed in the field in which rotational speed exceeds the set point, and is angle-of-advance gamma of normal about angle-of-advance gamma. It receives, and he carries out a tooth lead angle and is trying to hold the amount of tooth lead angles of angle of advance to maximum in the field exceeding the tooth-lead-angle termination rotational speed to which rotational speed was set.

[0012] In performing the above angle-of-advance control, it controls to make it equal to the angle of advance which ROM was made to memorize the three-dimension map which gives the relation between the amount alpha of displacement of a throttle operating member (throttle opening), and rotational speed N and angle-of-advance gamma, calculated angle-of-advance gamma to the detection value of throttle opening, and the detection value of rotational speed using this map, and calculated the angle of advance of a motor.

[0013] As mentioned above, it is angle-of-advance gamma of normal about angle-of-advance gamma in the field in which rotational speed exceeds the set point. While running the uphill etc. where the amount of displacement by the side of accelerating of a throttle operating member is made into max (condition of a full throttle) when performing control which carries out a tooth lead angle, it will be maintained at maximum by the amount of tooth lead angles of angle-of-advance gamma, and rated value will be exceeded the drive current of a motor. When such a condition continues for a long time, the temperature of an armature coil rises and an allowed value may be exceeded. Since the time amount which the commutation of the drive current of a motor takes becomes long when the rotational speed of a motor falls extremely on an uphill etc. especially, the temperature of the armature coil of the specific phase of a motor rises abruptly, and there is a possibility that this armature coil may be damaged by fire. Moreover, since a big drive current continues flowing to the armature coil of the specific phase decided by the halt location of Rota when rotation of a motor stops on an uphill etc., the temperature of the armature coil is risen abruptly and damaged by fire.

[0014] Therefore, when the temperature sensor which detects the temperature of an armature coil is formed and an unusual temperature rise is detected by this temperature sensor, the output of a motor is restricted and the temperature rise inhibitory control which controls the temperature rise of an armature coil is made to perform by restricting a drive current in the control unit of the conventional brush loess direct current motor both for a motor car.

[0015] However, even if it restricts a drive current at the time of a temperature rise, since the reactive current flows [that angle of advance has carried out the tooth lead angle and] mostly, the problem that temperature cannot fully be lowered arises. The control to which the lag of the angle of advance is carried out in order to lessen the reactive current, when the abnormality rise of the temperature of an armature coil is detected, in order to solve such a problem, and the control which decreases the duty ratio of a drive current may be combined, and may be performed.

[0016] Although [the above-mentioned explanation] the duty ratio and angle of advance of a drive current are controlled If a load becomes excessive in the state of a full throttle, the rotational speed of a motor falls extremely or rotation of a motor stops, also when not controlling angle of advance, since the temperature of an armature coil will carry out an abnormality rise and a coil will be damaged by fire, It is necessary to perform

control which restricts the output of a motor so that the temperature of an armature coil may be detected and the temperature rise may be controlled.

[0017]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, in the control unit of the conventional brush loess direct current motor both for a motor car, a temperature sensor is formed only to the armature coil of the plane 1 of the armature coils of a polyphase, and when the temperature detected by this temperature sensor exceeds tolerance, it is made to perform temperature rise inhibitory control which controls the temperature rise of an armature coil by restricting the output of a motor.

[0018] However, since the abnormality rise of the temperature may be unable to be detected in this way when only the temperature of the armature coil of the plane 1 of the armature coils of a polyphase is detected, and the abnormality rise of temperature arises only with the armature coil of a specific phase, protection of an armature coil cannot be aimed at accurately.

[0019] For example, in a brush loess direct current motor, since commutation of a drive current is no longer performed when a motor stops by the overload in the state of a full throttle, the condition that a bigger current than the armature coil of other phases flows to the armature coil of a specific phase continues, the temperature rises, and a coil is damaged by fire. Since the abnormality rise of the temperature of an armature coil may be unable to be detected depending on the halt location of Rota of a motor when a temperature sensor is formed only to the armature coil of one phase and temperature rise inhibitory control is made to be performed, in order to prevent such a condition arising, protection of an armature coil cannot be aimed at accurately.

[0020] Moreover, since the time amount to which a big drive current flows to the armature coil of a specific phase becomes long when the rotational speed becomes very low, it changes into the condition just before a halt and the time amount which the commutation of a drive current takes becomes long, although a motor does not lock, it will be in a lock condition and the same condition, and the armature coil of a specific phase is overheated and there is a possibility of damaging by fire. Also in this case, since the abnormality rise of the temperature of an armature coil may be unable to be detected when only the temperature of the armature coil of one phase is detected, protection of a motor cannot be aimed at accurately.

[0021] Then, in order to detect the temperature of all the phases of the armature coil of a polyphase, it is possible to form a temperature sensor for every armature coil of each phase, but if a temperature sensor is formed to the armature coil of all phases, it is unavoidable that cost becomes high.

[0022] Moreover, since the temperature sensor which detects the temperature of an armature coil cannot be formed when the armature coil is prepared in the Rota side, temperature of an armature coil cannot be detected and temperature rise inhibitory control cannot be performed.

[0023] The purpose of this invention is to prevent the temperature of an armature coil carrying out an abnormality rise, and offer the control unit of the motor for motor car both drives which enabled it to aim at protection of an armature coil, when rotation of a motor stops by the overload or it changes into the super-low rotation condition just before a halt, without detecting the temperature of an armature coil.

[0024] Other purposes of this invention are to offer the control unit of the motor for motor car both drives which enabled it to prevent the unusual temperature rise of an armature coil, also when the armature coil is prepared in the Rota side.

[0025]

[Means for Solving the Problem] This invention relates to the control unit of the motor for motor car both drives which controls the output of the motor for motor car both drives using a microcomputer to the throttle opening which is the amount of displacement of a throttle operating member.

[0026] In this invention, that the temperature of an armature coil carries out an abnormality rise in the motor for motor car both drives It notes being a time of the load of a motor becoming excessive, rotation of a motor stopping during operation, where throttle opening is enlarged to some extent, or rotational speed changing into a very low low rotation condition. the condition which rotation of a motor stopped in the condition that throttle opening has become more than predetermined judgment opening -- and When the condition that the rotational speed of a motor fell below to lock initiation rotational speed is detected as a lock condition and this lock condition is detected, it prevents the temperature of an armature coil carrying out an abnormality rise by making the control which restricts the output of a motor perform.

[0027] Usually, the lock condition of a motor, calls a lock condition not only the condition that rotation of a

motor stopped completely but the condition of having fallen to the value with a very low rotational speed of a motor, on these specifications, although the rotation says the condition of having stopped completely.

[0028] The throttle sensor which outputs the throttle signal of the magnitude which detected throttle opening and ****ed in this throttle opening in this invention in order to embody the above-mentioned thought, At the time of a rotational-speed detection means to detect the rotational speed of a motor, and the stationary which controls the drive current of a motor according to a throttle signal that the output of a motor should be adjusted to throttle opening, a drive current control means, Above the lock judging opening to which the throttle opening detected from the throttle signal was set And it judges with a motor being in a lock condition, when it continues between the lock initiation judging time amount to which the condition that the condition or rotational speed which has turned into below the lock initiation rotational speed to which the rotational speed detected by the rotational-speed detection means was set was zero was set. The condition that throttle opening has turned into said under lock judging opening, Or a lock condition judging means to judge with the lock condition having been canceled when it continued between the lock discharge judging time amount to which the condition of having become more than the lock discharge rotational speed to which rotational speed was set more highly than lock initiation rotational speed was set, When judged with a motor being in a lock condition, the control mode of a drive current is made into a lock mode. Drive current-limiting control which a drive current is decreased to limiting value at the time of a lock from the value decided by the drive current control means at the time of a stationary, and restricts the maximum of a drive current to below limiting value at the time of a lock is performed. When judged with the lock condition having been canceled, a drive current control means is established at the time of the lock of which a drive current is made to increase to the value decided by the drive current control means from limiting value at the time of a stationary at the time of a lock, and drive current-limiting control is canceled.

[0029] In as mentioned above, the condition that throttle opening has become more than predetermined judgment opening The condition which rotation of a motor stopped, and the condition of having fallen below to the lock initiation rotational speed to which rotational speed was set are detected as a lock condition. If the drive current of a motor is restricted to below limiting value at the time of a lock when this lock condition is detected, it can prevent the condition that the temperature of an armature coil rises unusually arising by setting limiting value as the suitable value at the time of a lock.

[0030] In this case, protection of an armature coil can be aimed at, without causing the rise of cost, since it is not necessary to detect the temperature of an armature coil and and a drive current control means can be constituted from on software at the time of a lock condition judging means and a lock.

[0031] Moreover, according to this invention, since it is not necessary to detect the temperature of an armature coil, also when an armature coil is prepared in the Rota side in the motor for motor car both drives, an armature coil can be protected from overheating.

[0032] In addition, the lock initiation judging time amount set up in order to detect that the lock condition was started is set up short enough so that the temperature of an armature coil may not carry out the abnormality rise of what kind of case into the judgment time amount.

[0033] Moreover, the lock initiation rotational speed used in order to judge that the lock condition was started Time amount to which a drive current flows continuously to the armature coil of each phase when throttle opening is max (at the time of a full throttle) (since a drive current begins to flow to the armature coil of each phase, it is decided by time amount until a drive current commutates to other phases with the rotational speed of a motor.) It is set as the value slightly higher than the rotational speed when reaching a tolerance value (resistance welding time taken for the temperature of an armature coil to reach a permission upper limit). namely, in the condition that the rotational speed of a motor is higher than lock initiation rotational speed, and commutation of a drive current is performed at the telophase of being comparatively short Since the time amount to which a drive current flows to the armature coil of each phase is short enough, the temperature of the armature coil of each phase does not exceed an allowed value in the state of a full throttle, but if the rotational speed of a motor turns into below lock initiation rotational speed Lock initiation rotational speed is set up so that the time amount to which a drive current flows to the armature coil of each phase may become long and the temperature of the armature coil of a specific phase may carry out an abnormality rise.

[0034] Moreover, at the time of the lock of a drive current, without carrying out the abnormality rise of the temperature of the armature coil of each phase, limiting value is a value below the upper limit of the drive

current which it can continue passing to the armature coil of each phase, and is set as the value which can moreover generate a certain amount of torque from a motor.

[0035] As mentioned above, when a motor was in a lock condition, a certain amount of drive current is passed to an armature coil, and it continued making it make it generate torque from a motor, for example a motor changes into a lock condition and stops on a slope, it can prevent losing the torque of a motor and a car driving backward.

[0036] When judged with a drive current control means having a motor in a lock condition at the time of the above-mentioned lock The value of a drive current is dwindled by making the control mode of a drive current into a lock mode over the lock initiation control time amount set up to limiting value at the time of a lock from the value decided by the drive current control means at the time of a stationary. Drive current-limiting control which restricts the maximum of a drive current to below limiting value at the time of a lock is performed. When judged with the lock condition having been canceled, it is desirable to constitute so that the value of said drive current may be made to increase gradually over the lock discharge control time amount set up to the value decided by the drive current control means from limiting value at the time of said stationary at the time of said lock and drive current-limiting control may be canceled.

[0037] When a drive current control means constitutes as mentioned above at the time of a lock and it changes into a lock condition, the drive current of a motor reduces gradually to limiting value at the time of a lock, and protected operation can make perform, without surprising an operator, since it can make carry out if it is made make a drive current increase gradually when a lock condition is canceled, without following rapid torque fluctuation in the control action restricted in a drive current, and its discharge in order to protect an armature coil.

[0038] When using the brush loess direct current motor equipped with the stator which has the armature coil of Rota which has a field, and n phase (n is two or more integers) as a motor for motor car both drives, the position transducer which detects the angle-of-rotation location to the stator of Rota, and the switching circuit prepared between DC power supply and an armature coil in order to switch the phase which passes a drive current to an armature coil from DC power supply are further prepared besides said throttle sensor and a rotational-speed detection means. Moreover, the switch control means which controls the switching device which constitutes said switching circuit so that the drive current of an PWM wave which has the duty ratio calculated with said duty ratio operation means to the armature coil of the phase determined as a duty ratio operation means calculate the duty ratio of a drive current to a throttle signal, according to the output of a position transducer in order having rotated Rota may be passed, in order to control a drive current to throttle opening is established.

[0039] It is more than the lock judging opening to which the lock condition judging means made throttle opening the amount of displacement by the side of accelerating of the throttle operating member detected from the throttle signal, and this throttle opening was set also in this case. And it judges with a motor being in a lock condition, when it continues beyond the lock initiation judging time amount to which the condition that the condition or rotational speed which has turned into below the lock initiation judging rotational speed to which the rotational speed detected by the rotational-speed detection means was set was zero was set. When throttle opening turns into under lock judging opening, or when it continues between the lock discharge judging time amount to which the condition of having become more than the lock discharge rotational speed to which rotational speed was set more highly than lock initiation rotational speed was set, it constitutes so that it may judge with the lock condition having been canceled.

[0040] Moreover, when judged with a drive current control means having a motor in a lock condition at the time of a lock Drive current-limiting control which is decreased to a limit duty ratio at the time of a lock from the value which calculated the duty ratio of a drive current with the duty ratio operation means, and restricts the maximum of a drive current to below limiting value at the time of a lock is performed. When judged with the lock condition having been canceled, it constitutes so that it may be made to increase to the value which calculated the duty ratio of a drive current with the duty ratio operation means from limiting value at the time of a lock and drive current-limiting control may be canceled. When judged with a drive current control means having a motor in a lock condition at the time of a lock also in this case The duty ratio of a drive current is dwindled over the lock initiation control time amount set up to the limit duty ratio at the time of a lock from the value calculated with the duty ratio operation means. Drive current-limiting control which restricts the maximum of a drive current to below limiting value at the time of a lock is performed. When judged with the

lock condition having been canceled, it is desirable to constitute so that the duty ratio of a drive current may be made to increase gradually over the lock discharge control time amount set up to the value calculated with the duty ratio operation means from limiting value at the time of a lock and drive current-limiting control may be canceled.

[0041] Moreover, when a brush loess direct current motor is used as a motor for motor car both drives and the temperature detected by the temperature sensor which detects the temperature of the switching device which constitutes a switching circuit, and the temperature sensor exceeds an allowed value, it is desirable to establish the control means for switching-circuit protection which performs control which the judgment result by the lock condition judging means is involved how, and restricts the duty ratio of a drive current to below the limiting value set up beforehand that there is nothing.

[0042] Thus, if constituted, it can prevent the temperature of the switching device of a switching circuit rising according to an overcurrent, and damaging a switching device.

[0043] What is necessary is just to form the above-mentioned temperature sensor so that the temperature of the heat sink which attaches a switching device may be detected.

[0044]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, 1 operation gestalt of this invention is explained with reference to drawing 1 thru/or drawing 4.

[0045] Drawing 1 is what showed the example of a configuration of the hardware of the control unit concerning this invention, and 1 is the brush loess direct current motor of the outer rotor mold which consists of Rota 2 and a stator 3 in this drawing. Rota 2 consists of York 201 mostly formed in the shape of a cup with the ferromagnetic ingredient, and a permanent magnet 202 attached in the inner circumference of the peripheral wall section of York 201, a permanent magnet 202 is magnetized in the direction of a path, and the magnet field 203 of two poles is constituted.

[0046] In addition, a magnet field is not restricted to two poles and, generally can be constituted to the 2m pole (m is one or more integers).

[0047] In the example of illustration, it is considering as the direction of arrow-head CCL of illustration of the hand of cut of the normal of Rota 2 (it sets to drawing 1 and is a counterclockwise rotation).

[0048] The stator 3 consists of a stator iron core 301 which made three tooth part Pu-Pw project from the annular yoke section to a radial, and armature coil Lu-Lw of the three phase circuit wound around tooth part Pu-Pw of this stator iron core, respectively, and three-phase-circuit star connection of armature coil Lu-Lw is carried out. The periphery section at each tip of tooth part Pu-Pw of the stator iron core 301 serves as the stator magnetic pole 302, and is made to counter these stator magnetic poles through a predetermined gap by the magnet field 203.

[0049] In addition, although the stator iron core is constituted from an example of illustration to the three poles, when setting to 3 the source resultant pulse number of the armature coil prepared in a stator, generally the tooth part of 3n (n is one or more integers) individual can be prepared in a stator iron core, and the configuration which winds the armature coil of a three phase circuit around this 3n tooth part can be taken.

[0050] York 201 is equipped with the boss (not shown) in the center of the bottom wall section, and the revolving shaft which this boss was attached to the axle of the driving wheel of an electric car direct picking, or was concluded by this boss is combined with the axle of the driving wheel of an electric car through a reducer.

[0051] In order to detect the angle-of-rotation location to the stator 3 of Rota 2, the position transducers hu, hv, and hw of U, V, and W3 phase are attached in the stator iron core 301.

[0052] Each position transducer is arranged in a proper location according to the energization angle (electrical angle) of a drive current and the hand of cut in Rota which are passed to the armature coil of each phase. For example, the hand of cut in Rota is made into a counterclockwise rotation in the example of illustration. The location where the no-load induced voltage which carries out induction to armature coil Lu-Lw with rotation of Rota 2, respectively reaches a peak (it lets the tooth part around which the armature coil of each phase was wound from the magnet field 203 pass) When the magnetic flux dropping off performs "180-degree switching control" which passes a drive current to the armature coil of section each phase of 90 degrees (electrical angle) before and behind the location which passes through a zero point and rotates a motor When the center position of the magnetic pole section at the tip of the tooth parts Pu, Pv, and Pw around which armature coil Lu-Lw of a three phase circuit is wound, respectively is in agreement with the center position of each magnetic pole of the

magnet field of Rota 2 The position transducer of each phase is attached so that the angle-of-rotation location of ** Rota may be detected (the level of a position transducer is changed in this angle-of-rotation location like). He is trying to detect the angle-of-rotation location of Rota in case the center position of the magnetic pole section at the tip of tooth parts Pu, Pv, and Pw is in agreement with the center position of each magnetic pole of the magnet field of Rota 2 in the example of illustration by attaching the position transducers hu, hv, and hw of U, V, and W3 phase in the tooth parts Pv, Pw, and Pu of the stator iron core 301, respectively.

[0053] When armature coil Lu-Lw is wound around three tooth part Pu-Pw, respectively and a hole IC is used as position-transducer hu-hw like illustration Position-transducer hu-hw is arranged in the location to which the phase went about 90 degrees by the electrical angle to the core of each magnetic pole of tooth part Pu-Pw. the change-over include angle of the drive phase (phase of the armature coil which passes a drive current) decided by the output of these position transducers -- the change-over include angle of criteria -- carrying out -- the change-over include angle of these criteria -- receiving -- an actual change-over include angle -- a tooth lead angle -- or angle of advance is calculated so that a lag may be carried out.

[0054] 10 is a switching circuit which is prepared between armature coil Lu-Lw and DC power supply 11, and switches the excitation phase of an armature coil. Switching device 10u thru/ or 10w of the upper case where, as for this switching circuit, common connection of the end was made, An end is connected to the other end of the switching device of these upper cases, respectively, and it consists of a bridge circuit of a switching device where the other end consists of switching devices 10x-10z of the lower berth by which common connection was made. The common node of the end of the switching devices 10u-10w of an upper case and the common node of the other end of the switching devices 10x-10w of the lower berth are connected to the positive-electrode terminal and negative-electrode terminal of DC power supply 11, respectively.

[0055] Although the switching device of the arbitration in which on-off control, such as MOSFET, a power transistor, and IGBT, is possible can be used as a switching device which constitutes a switching circuit, each switching device consists of an MOSFET in the example of illustration.

[0056] In order to pass a regeneration current at the time of braking of an electric car, parallel connection of the diodes 12u-12w for feedback, and 12x-12z is carried out to the switching devices 10u-10w of an upper case, and the switching devices 10x-10z of the lower berth, respectively. When using MOSFET as each switching device like illustration, the parasitism diode currently formed between the drain sources of FET as such diodes for feedback can be used.

[0057] capacitor C1 by which DC power supply 11 of illustration were connected to the both ends of Dc-battery B and this dc-battery from -- it has become.

[0058] In order to control a switching circuit 10, the controller 13 equipped with the microcomputer and the input/output interface and the driver circuit 14 which gives driving signal (signal for making switching device into ON state) Su-Sw and Sx-Sz to the switching devices 10u-10w of a switching circuit, and 10x-10z according to the signal given from a controller 13, respectively are formed, and location detecting-signal Hu-Hw obtained from position-transducer hu-hw, respectively is inputted into the controller 13.

[0059] 15 is a throttle sensor which detects the amount of displacement of throttle operating members, such as an accelerator grip and an AGUSERU pedal, which adjusts the rate of an electric car as throttle opening alpha. The throttle sensor 15 of illustration consists of a potentiometer by which moving contact 15a was connected with the throttle operating member. The direct-current constant voltage E acquired from the constant-voltage DC-power-supply circuit which is not illustrated is impressed to the both ends of the potentiometer which constitutes the throttle sensor 15, and throttle signal Valpha which is proportional to the throttle opening alpha between moving contact 15a of this potentiometer and touch-down is obtained. The throttle signal acquired from the throttle sensor 15 is inputted into the controller 13. A throttle signal is changed into digital value Vth by the A/D converter formed in the controller 13, and is read into a microcomputer CPU.

[0060] Moreover, in order to detect the temperature of the switching device which constitutes a switching circuit 10, the temperature-sensitive resistance element Rts (refer to drawing 1) is thermally combined with the heat sink with which the configuration component of a switching circuit 10 is attached, and the temperature sensor for switching circuits is constituted from an example of illustration by this temperature-sensitive resistance element Rts. The electrical-potential-difference impression circuit (not shown) which impresses fixed direct current voltage is established in the both ends of the temperature-sensitive resistance element Rts, and the temperature detecting signal Vts obtained to the both ends of the temperature-sensitive resistance element Rts is

inputted into the controller 13 in the analog input port established in CPU (not shown) of a controller 13. The temperature-sensitive resistance element R_{ts} may have a positive temperature coefficient, and may have a negative temperature coefficient.

[0061] A controller 13 calculates the rotational speed N of a motor [rpm], when for example, position-transducer hu-hw measures the recurrence interval of the location detecting signal of the shape of a square wave generated, respectively. This rotational speed N Duty ratio DF of the drive current supplied to the armature coil of the brush loess direct current motor 1 based on the throttle opening information acquired from the value (digital value) V_{th} of a throttle signal, Angle-of-advance (phase contrast with change-over include angle of criteria decided by arrangement of actual change-over include-angle and position transducer which switch phase of armature coil which passes drive current) γ is calculated. The operation of duty ratio DF and angle-of-advance γ is performed by interpolation using the three-dimension map for an angle-of-advance operation (any map is memorized by ROM) which gives the relation between the three-dimension map for a duty ratio operation, and the rotational speed N and throttle opening which gives the relation between rotational speed N , throttle opening, and duty ratio DF , respectively, and angle-of-advance γ .

[0062] A rotational-speed detection means by which the process in which the above-mentioned rotational speed is calculated among the programs which the microcomputer which constitutes a controller 13 performs detects the rotational speed of a motor is realized. Moreover, a duty ratio operation means to calculate the duty ratio of a drive current to the value and rotational speed of a throttle signal according to the process in which a duty ratio is calculated using the above-mentioned map for a duty ratio operation is constituted, and an angle-of-advance operation means is constituted by the process in which angle of advance is calculated to a throttle signal using the above-mentioned map for an angle-of-advance operation.

[0063] A controller 13 determines the phase which passes a drive current based on the output signal of position-transducer hu-hw in order to rotate Rota 2 in the predetermined direction again. Switching the phase which passes a drive current at the change include angle which has the angle of advance calculated with the angle-of-advance operation means to the armature coil of the determined phase In order to pass the drive current of an PWM wave which is intermittent with the duty ratio calculated with the duty ratio operation means to the armature coil of a predetermined phase The switch control means which gives the command signal which orders it to give a driving signal to the predetermined switching device of a switching circuit 10 to a driver circuit 14 is realized. A drive current control means is constituted at the time of the stationary which controls the drive current of a motor by the above-mentioned duty ratio operation means and the switch control means according to a throttle signal that the output of a motor should be adjusted to throttle opening.

[0064] A driver circuit 14 gives a driving signal (signal for making a switching device into an ON state) to the predetermined switching device of a switching circuit according to the command signal given from a controller 13.

[0065] Drawing 2 (A) thru/or (I) are the wave form charts having shown the wave of the location detecting signal in the case of performing switching control 180 degrees and driving the brush loess direct current motor shown in drawing 1, and the on-off-control-action wave of each switching device of a switching circuit 10.

Drawing 2 (A) thru/or (C) show an example of location detecting-signal Hu-Hw which position-transducer hu-hw generates, respectively, and drawing 2 (D) thru/or (F) show the on-off control action of switching device 10u of the upper case of a switching circuit 10 at the time of making into the change-over include angle of criteria the include angle which switches the phase of the armature coil which passes a drive current thru/or 10w, respectively. Moreover, drawing 2 (G) thru/or (I) show the on-off control action of the switching devices 10x-10z of the lower berth of a switching circuit 10, respectively.

[0066] By performing logical operation to the location detecting signal shown in drawing 2 (A) thru/or (C), a controller 13 determines the section which makes an ON state each switching device of a switching circuit 10, and the section made into an OFF state, and gives a driving signal to the switching device between the divisions which make each switching device an ON state. In order to carry out PWM control of the drive current, the switching device of the lower berth is made to turn on and off with a predetermined duty ratio in the example of illustration as a wave which is intermittent with the duty ratio which calculated the driving signal given to the switching devices 10x-10z of the lower berth with the duty ratio operation means.

[0067] The PWM control means which controls a switching circuit 10 by the process in which the driving signal given to switching devices 10x-10z among the programs which CPU of a controller performs is made

intermittent with the duty ratio calculated with the duty ratio operation means to consider as the current of an PWM wave which has the duty ratio which calculated the drive current to the throttle signal consists of examples shown in drawing 2.

[0068] In a brush loess direct current motor, the maximum generating torque and a maximum shaft speed change with angle-of-advance γ . Generally, the magnitude of angle of advance is set up according to an application, a torque characteristic demanded or a maximum shaft speed needed of a motor, etc. In the case of the brush loess direct current motor which drives an electric car When the rotational speed of a motor is below the set point, it is angle-of-advance γ_{normal} of normal about angle-of-advance γ . It fixes. Angle-of-advance γ is followed on the rise of rotational speed in the range exceeding the tooth-lead-angle initiation rotational speed to which the rotational speed of a motor was set, and it is angle-of-advance γ_{normal} . A tooth lead angle is carried out. Angle-of-advance γ is controlled in the range which becomes more than the tooth-lead-angle termination rotational speed to which the rotational speed of a motor was set in many cases to fix to the maximum which had the amount of tooth lead angles of angle of advance set up.

[0069] When controlling angle-of-advance γ , the angle-of-advance control means controlled to shift only the angle of advance which calculated the change-over include angle which switches the phase which passes a drive current to the throttle signal to the change-over include angle of the criteria decided by the output of a position transducer is prepared in a controller 13.

[0070] This angle-of-advance control means is constituted from a change-over include angle of the criteria determined with the output of the angle of advance and the position transducer which were calculated with the angle-of-advance operation means among a series of processes of the program which CPU of a controller 13 performs by the process in which the timing which switches the phase which passes a drive current is determined.

[0071] angle-of-advance γ_{normal} the angle of advance from which the maximum torque is generally obtained in order to enlarge torque at the time of start of an electric car although it is arbitrary how it sets up -- angle-of-advance γ_{normal} -- it carries out.

[0072] It is angle-of-advance γ_{normal} about angle-of-advance γ in the field in which rotational speed N exceeds the set point. While operating where the amount of displacement by the side of accelerating of a throttle operating member is made into max on an uphill etc. (condition of a full throttle) when performing control which carries out a tooth lead angle, it will be maintained at maximum by the amount of tooth lead angles of angle-of-advance γ , and rated value will be exceeded the drive current of a motor. There is a possibility of the rotational speed of a motor falling extremely, the temperature of an armature coil rising if the condition that a drive current continues flowing to the armature coil of each phase comes to continue between long time amount, and exceeding an allowed value in such the condition.

[0073] Then, where throttle opening is enlarged to some extent, while operating in this invention The condition that rotation of the low rotation condition of a motor with a possibility that the temperature of an armature coil may rise exceeding an allowed value, and a motor stopped is made into a lock condition. A drive current control means is established at the time of a lock condition detection means to detect this lock condition, and the lock which performs control which restricts the drive current of a motor when a lock condition is detected.

[0074] A lock condition judging means is in the condition which has become more than the lock judging opening to which this throttle opening was set by making into throttle opening the amount of displacement by the side of accelerating of the throttle operating member detected from the throttle signal. The condition which has become below the lock initiation judging rotational speed N_{LS} to which the rotational speed N detected by the rotational-speed detection means was set, Or when it judges with a motor being in a lock condition when it continues between the lock initiation judging time amount t_{LS} to which the condition that rotational speed was zero was set, and throttle opening turns into under lock judging opening, Or when it continues between the lock discharge judging time amount t_{LC} to which the condition of having become more than the lock discharge rotational speed N_{LC} to which rotational speed N was set more highly than the lock initiation rotational speed N_{LS} was set, it judges with the lock condition having been canceled.

[0075] Moreover, when judged with a drive current control means having a motor in a lock condition at the time of a lock The duty ratio of a drive current is dwindled by making the control mode of a drive current into a lock mode over the lock initiation control time amount set up to the limit duty ratio at the time of a lock from the value calculated with the duty ratio operation means. Drive current-limiting control which restricts the

maximum of a drive current to below limiting value at the time of a lock is performed. When judged with the lock condition having been canceled, control of which the duty ratio of a drive current is made to increase gradually over the lock discharge control time amount set up to the value calculated with the duty ratio operation means from limiting value at the time of a lock, and drive current-limiting control is canceled is performed.

[0076] An example of change of duty ratio DF of a drive current when the opening of a throttle operating member is maintained at the greatest condition in the control unit concerning this invention in drawing 3 (at the time of a full throttle), It is what showed an example of change of the rotational speed N of a motor to time amount t. In the example of illustration Time of day t1 After the rotational speed of a motor turned into below the lock initiation judging rotational speed NLS, when the condition that rotational speed has turned into below lock initiation judging rotational speed continues between the lock initiation judging time amount tLS, it is judged with a motor (setting at time of day t2) being in a lock condition. Time of day t2 After being judged with a motor being in a lock condition, duty ratio DF is decreased to limiting value over the set-up lock initiation control time amount ts1 at the time of a lock. Moreover, by reduction in a load, it is time of day t4. After going up to the lock discharge rotational speed NLC to which it set and the rotational speed of a motor was set more highly than the lock initiation rotational speed NLS, Time of day t5 It judges with the lock condition having been canceled when the set-up lock discharge judging time amount tLC passed. It is made to increase over the lock discharge control time amount ts2 which had duty ratio DF of a drive current set up to the value (the example of illustration 100%) currently calculated with the duty ratio operation means from limiting value at the time of a lock.

[0077] Drawing 4 shows an example of the algorithm of the program which the microcomputer in a controller 13 is made to perform, in order to realize the above-mentioned lock condition judging means. In this example, it is made to realize each means (at the time of a stationary a rotational-speed operation means, a duty ratio operation means, drive current control means, etc.) required in order to carry out sequential execution of two or more tasks for realizing a predetermined function with a fixed time interval and to control a motor by the technique of multitasking. Drawing 4 R> 4 is what showed an example of the algorithm of one task which realizes a lock condition judging means, and this task is performed every 30msec(s).

[0078] Initiation of the task shown in drawing 4 judges whether as compared with lock judging opening Thr.L, the present throttle opening Thr has become about the present throttle opening Thr detected by the throttle sensor 15 more than lock judging opening Thr.L in the step 1. Consequently, when the current throttle opening Thr has become more than lock judging opening Thr.L, it progresses to step 2 and judges whether the control mode is a lock mode, and in not being a lock mode, it judges whether lock discharge control is performed in step 3. Consequently, when judged with lock discharge control not being performed, it judges whether the current rotational speed N currently calculated with the rotational-speed operation means which progresses to step 4 and is not illustrated is below the lock initiation rotational speed NLS. Consequently, when the current rotational speed N is over the lock initiation rotational speed NLS, lock discharge control is made to start by making the control mode into the lock discharge control mode at step 5.

[0079] In lock discharge control, the duty ratio of a drive current is made to **** over the predetermined lock discharge control time amount ts2 to the value calculated with a duty ratio operation means from limiting value at the time of a lock, and a limit (limit of a drive current) of a duty ratio is canceled.

[0080] When it judges [whether when it judges that rotational speed N is below the lock initiation rotational speed NSL at step 4, it progresses to step 6 and lock initiation control is performed, and] and lock initiation control is not yet performed, it progresses to step 7 and lock initiation control (control for measuring the duration in the condition that rotational speed N has turned into below the lock initiation rotational speed NLS) makes start.

[0081] When judged with lock initiation control being performed in step 6, it progresses to step 8, one enumerated data of a start counter are incremented, and it shifts to step 9. Step 9 compares the enumerated data of a start counter, and the enumerated data which give the lock initiation judging time amount tLS. It judges whether the value which the enumerated data of a starter counter give the lock initiation judging time amount tLS is reached. When the enumerated data of a starter counter have reached the value which gives the lock initiation judging time amount tLS, (when the post-lock initiation judging time amount tLS by which it was detected that rotational speed turned into below lock initiation rotational speed has passed) It progresses to step

10 and let the control mode of a drive current be a lock mode.

[0082] In this lock mode, as shown in drawing 3, the duty ratio of a drive current is made to **** [from the value (the example of drawing 3 100%) currently calculated with the duty ratio operation means] over the lock initiation control time amount t_{s1} to limiting value at the time of the lock set up beforehand, and a duty ratio is restricted to below limiting value at the time of a lock.

[0083] In step 9, when it judges that the enumerated data of a start counter have not reached the value which gives the lock initiation judging time amount t_{LS} , this task is ended without doing anything.

[0084] In step 1, when it judges that current throttle opening is smaller than a lock judging include angle, in step 11, the task of illustration is ended as the lock discharge control mode.

[0085] Moreover, when are judged with the control mode being in a lock mode, and it progresses to step 12, it judges whether the current rotational speed N is more than the lock discharge rotational speed N_{LC} and rotational speed N has become more than the lock discharge rotational speed N_{LC} , it progresses to step 13 and lock discharge control is made to perform in step 2. When judged with rotational speed N being lower than the lock discharge rotational speed N_{LC} in step 12, this task is ended without doing anything.

[0086] Moreover, in step 3, when judged with it progressing to step 14 and judging whether rotational speed N is below the lock initiation rotational speed N_{LS} , when judged with lock discharge control being performed, consequently rotational speed N being below the lock initiation rotational speed N_{LS} , this task is ended by making the control mode into a lock mode.

[0087] When judged with rotational speed N being over the lock initiation rotational speed N_{LS} in step 14, the enumerated data of a cancellation counter are incremented one time at step 16, and, subsequently it judges whether the value which gives the lock discharge judging time amount t_{LC} is reached in the enumerated data of a cancellation counter at step 17. Consequently, when it judges that the enumerated data of a cancellation counter have not reached the value which gives the lock discharge judging time amount t_{LC} , a task is ended without doing anything (when the post-lock discharge judging time amount t_{LC} by which lock discharge control was started has not passed). Moreover, in step 17, when it judges that the enumerated data of a cancellation counter have reached the value which gives the lock discharge judging time amount t_{LC} , it progresses to step 18 and the control mode of a drive current is made into lock discharge mode (after rotational speed becomes more than lock discharge rotational speed, when the lock discharge judging time amount t_{LC} has passed), and this task is ended.

[0088] In lock discharge mode, it is made to **** even to the value which is calculating the duty ratio of a drive current with the duty ratio operation means from limiting value at the time of a lock, spending predetermined lock discharge control time amount, and a limit of a drive current is canceled.

[0089] In the example shown in drawing 4, a drive current control means is realized by steps 10 and 18 at the time of a lock, and a lock condition judging means is realized by other steps.

[0090] Moreover, when the temperature of the switching device which constitutes a switching circuit from this operation gestalt by the temperature-sensitive resistance element (temperature sensor) R_{ts} prepared to the switching circuit 10 exceeds the allowed value set up to this switching circuit, the judgment result by the lock condition judging means is involved how, and the control means for switching-circuit protection which performs control which restricts the duty ratio of a drive current to below the limiting value set up beforehand that there is nothing is established.

[0091] In the above-mentioned example, when the drive current control mode is made into a lock mode, make a drive current **** [from the value decided by the drive current control means at the time of a stationary] over many hours to limiting value at the time of a lock, and a drive current is restricted. Although a drive current is made to **** over many hours to the value decided by the drive current control means from limiting value over many hours at the time of a stationary at the time of a lock and the limit was canceled when performing lock discharge control This invention is not what is limited when making a drive current **** in this way or making it ****. When it is made to decrease a drive current to limiting value immediately at the time of a lock when a lock condition is detected, or it is detected that the lock condition was canceled, you may make it return a drive current to the value at the time of a stationary immediately.

[0092] Although he is trying to acquire the drive current of an PWM wave in the above-mentioned example by making the switching device of the lower berth of a switching circuit turn on and off, you may make it acquire the drive current of an PWM wave, and may make it acquire the drive current of an PWM wave by making the

both sides of the switching device of an upper case, and the switching device of the lower berth turn on and off by making the switching device of the upper case of a switching circuit turn on and off.

[0093] Although arranged in the above-mentioned example in the location to which 90 degrees went by the electrical angle to the core of a tooth part that the hole IC which constitutes a position transducer was wound around the armature coil of each phase, the arrangement location is not limited to the above-mentioned example that a position transducer should just detect the angle-of-rotation location to the stator of Rota.

[0094] In the above-mentioned example, although switching control is made to perform 180 degrees, the method of a drive of a brush loess direct current motor is not restricted to the above-mentioned example, and also when the magnetic flux which flows through the tooth part around which the armature coil of each phase was wound performs "120 degree switching control" which passes a drive current to the armature coil of section each phase of 60 degrees (electrical angle) before and behind the location which passes through a zero point and rotates a motor, it can apply this invention.

[0095] Moreover, although the hole IC is used as a position transducer, it replaces with a hole IC and you may make it use position transducers, such as a photograph encoder, in the above-mentioned example.

[0096] The thing of structure which transmits the output of a motor to the driving wheel of a car directly is sufficient as the electric car which applies this invention, and the thing it was made to transmit the output of a motor to a driving wheel through a reducer is sufficient as it.

[0097] Although the brush loess motor of a three phase circuit was taken for the example in the above-mentioned example, in this invention, the source resultant pulse number n of an armature coil should just be two or more. Moreover, as a motor for motor car both drives, also when motors other than a brush loess direct current motor are used, this invention can be applied.

[0098]

[Effect of the Invention] According to this invention, in as mentioned above, the condition that throttle opening has become more than predetermined judgment opening The condition which rotation of a motor stopped, and the condition of having fallen below to the lock initiation rotational speed to which rotational speed was set are detected as a lock condition. Since the drive current of a motor was restricted to below limiting value at the time of a lock when this lock condition was detected, there is an advantage which can prevent the condition that the temperature of an armature coil rises unusually arising by setting limiting value as the suitable value at the time of a lock.

[0099] Moreover, protection of an armature coil can be aimed at, without causing the rise of cost, since it is not necessary to detect the temperature of an armature coil and a drive current control means can be constituted from on software at the time of a lock condition judging means and a lock according to this invention.

[0100] Furthermore, according to this invention, since it is not necessary to detect the temperature of an armature coil, also when an armature coil is prepared in the Rota side in the motor for motor car both drives, there is an advantage which can protect an armature coil from overheating.

[Translation done.]

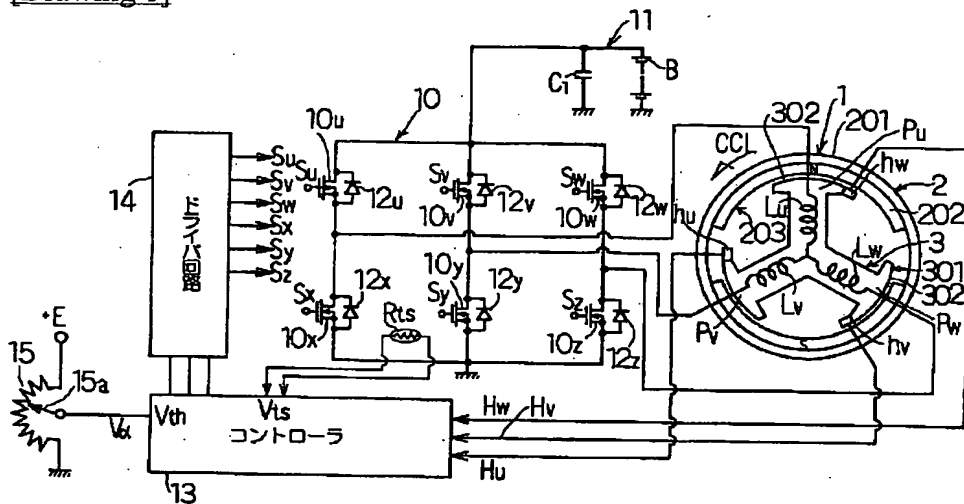
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

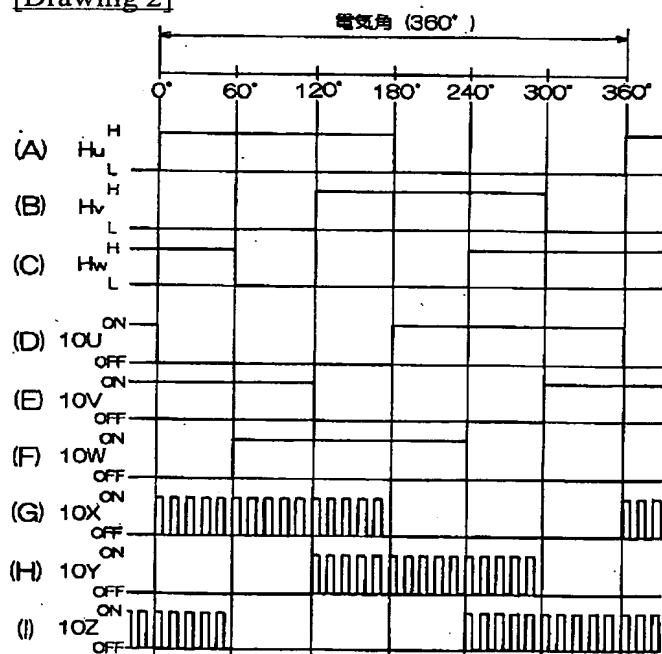
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

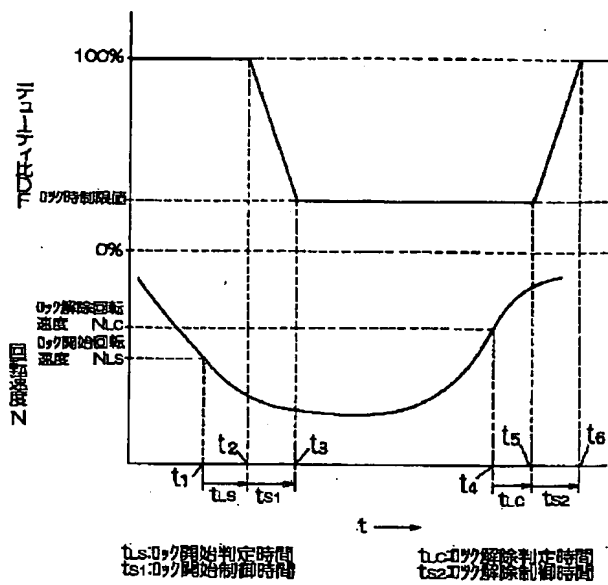
[Drawing 1]



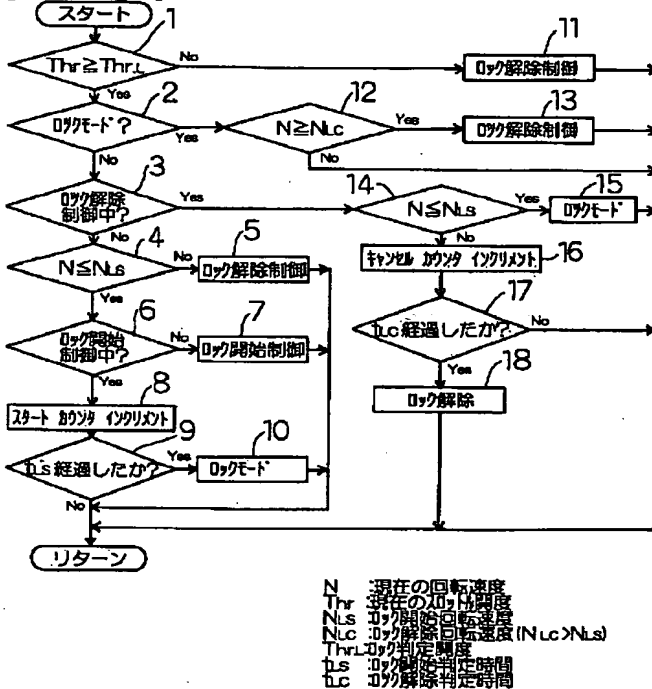
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-247704

(P2002-247704A)

(43) 公開日 平成14年 8月30日 (2002.8.30)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テ-マ-ト* (参考) |
|---------------------------|-------|---------|-------------|
| B 6 0 L | 3/06 | B 6 0 L | C 5 H 1 1 5 |
| | 15/28 | | K 5 H 5 6 0 |
| H 0 2 P | 6/08 | H 0 2 P | 3 7 1 J |
| | 6/12 | | 3 7 1 P |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2001-41985(P2001-41985)

(22) 出願日 平成13年 2月19日 (2001. 2. 19)

(71) 出願人 000001340

国産電機株式会社

静岡県沼津市大岡3744番地

(72) 発明者 島崎 充由

静岡県沼津市大岡3744番地 国産電機株式
会社内

(72) 発明者 稲葉 豊

静岡県沼津市大岡3744番地 国産電機株式
会社内

(74) 代理人 100073450

弁理士 松本 英俊

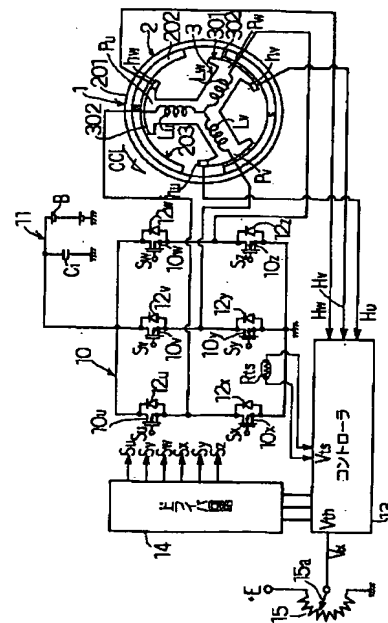
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動車両駆動用電動機の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 電動機の過負荷時に電機子コイルの温度が異常上昇するのを防ぐことができるようにした電動車両用電動機の制御装置を提供する。

【解決手段】 スロットル開度が所定の判定開度以上になっている状態で、ブラシレス直流電動機 1 の回転速度が設定されたロック開始回転速度以下になっている状態が所定の判定時間の間継続したときに電動機がロック状態にあると判定する機能と、電動機がロック状態にあると判定されたときに、電動機の駆動電流をロック時制限値まで暫減させる制御を行う機能とをコントローラ 13 に持たせ、フルスロットル時に電動機 1 の回転速度が低下して、電機子コイル $L_u \sim L_w$ の温度が上昇しやすい状況が生じたときに電機子コイルの異常な温度上昇が生じるのを防ぐようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スロットル操作部材の変位置であるスロットル開度に対して電動車両駆動用電動機の出力を制御する電動車両駆動用電動機の制御装置において、前記スロットル開度を検出して該スロットル開度に相応した大きさのスロットル信号を出力するスロットルセンサと、

前記電動機の回転速度を検出する回転速度検出手段と、前記スロットル開度に対して前記電動機の出力を調節すべく前記スロットル信号に応じて前記電動機の駆動電流を制御する定常時駆動電流制御手段と、

前記スロットル信号から検出されたスロットル開度が設定されたロック判定開度以上で、かつ前記回転速度検出手段により検出された回転速度が設定されたロック開始回転速度以下になっている状態または前記回転速度が零になっている状態が設定されたロック開始判定時間の間継続したときに前記電動機がロック状態にあると判定し、前記スロットル開度が前記ロック判定開度未満になっている状態、または前記回転速度が前記ロック開始回転速度よりも高く設定されたロック解除回転速度以上になっている状態が設定されたロック解除判定時間の間継続したときにロック状態が解除されたと判定するロック状態判定手段と、

前記電動機がロック状態にあると判定されているときに、前記駆動電流の制御モードをロックモードとして、前記駆動電流を前記定常時駆動電流制御手段により決められる値からロック時制限値まで減少させて駆動電流の最大値をロック時制限値以下に制限する駆動電流制限制御を行い、前記ロック状態が解除されたと判定されたときに前記駆動電流を前記ロック時制限値から前記定常時駆動電流制御手段により決められる値まで増加させて前記駆動電流制限制御を解除するロック時駆動電流制御手段と、を具備したことを特徴とする電動車両駆動用電動機の制御装置。

【請求項2】 スロットル操作部材の変位置であるスロットル開度に対して電動車両駆動用電動機の出力を制御する電動車両駆動用電動機の制御装置において、前記スロットル開度を検出して該スロットル開度に相応した大きさのスロットル信号を出力するスロットルセンサと、

前記電動機の回転速度を検出する回転速度検出手段と、前記スロットル開度に対して前記電動機の出力を調節すべく前記スロットル信号に応じて前記電動機の駆動電流を制御する定常時駆動電流制御手段と、

前記スロットル信号から検出された前記スロットル開度が設定されたロック判定開度以上で、かつ前記回転速度検出手段により検出された回転速度が設定されたロック開始回転速度以下になっている状態または前記回転速度が零になっている状態が設定されたロック開始判定時間

の間継続したときに前記電動機がロック状態にあると判定し、前記スロットル開度が前記ロック判定開度未満になっている状態、または前記回転速度が前記ロック開始回転速度よりも高く設定されたロック解除回転速度以上になっている状態が設定されたロック解除判定時間の間継続したときにロック状態が解除されたと判定するロック状態判定手段と、

前記電動機が前記ロック状態にあると判定されたときに、前記駆動電流の制御モードをロックモードとして、前記駆動電流の値を前記定常時駆動電流制御手段により決められる値からロック時制限値まで設定されたロック開始制御時間をかけて漸減させて、前記駆動電流の最大値を前記ロック時制限値以下に制限する駆動電流制限制御を行い、前記ロック状態が解除されたと判定されたときに前記駆動電流の値を前記ロック時制限値から前記定常時駆動電流制御手段により決められる値まで設定されたロック解除制御時間をかけて漸増させて前記駆動電流制限制御を解除するロック時駆動電流制御手段と、を具備したことを特徴とする電動車両駆動用電動機の制御装置。

【請求項3】 界磁を有するロータと n 相(n は2以上の整数)の電機子コイルを有するステータとを備えた電動車両駆動用ブラシレス直流電動機の出力をスロットル操作部材の変位置であるスロットル開度に対して制御する電動車両駆動用電動機の制御装置において、前記スロットル開度を検出して該スロットル開度に相応した大きさのスロットル信号を出力するスロットルセンサと、

前記電動機の回転速度を検出する回転速度検出手段と、前記ロータのステータに対する回転角度位置を検出する位置検出器と、

直流電源から前記電機子コイルに駆動電流を流す相を切り換えるために前記直流電源と電機子コイルとの間に設けられたスイッチ回路と、

前記スロットル信号に対して前記駆動電流のデューティ比を演算するデューティ比演算手段と、

前記ロータを回転させるべく前記位置検出器の出力に応じて決定した相の電機子コイルに前記デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を有するPWM波形の駆動電流を流すように前記スイッチ回路を構成するスイッチ素子を制御するスイッチ制御手段と、

前記スロットル信号から検出された前記スロットル操作部材の増速側への変位置をスロットル開度として該スロットル開度が設定されたロック判定開度以上で、かつ前記回転速度検出手段により検出された回転速度が設定されたロック開始判定回転速度以下になっている状態または前記回転速度が零になっている状態が設定されたロック開始判定時間の間継続したときに前記電動機がロック状態にあると判定し、前記スロットル開度が前記ロック判定開度未満になったとき、または前記回転速度が前記

ロック開始回転速度よりも高く設定されたロック解除回転速度以上になっている状態が設定されたロック解除判定時間の間継続したときに前記ロック状態が解除されたと判定するロック状態判定手段と、

前記電動機がロック状態にあると判定されているときに、前記駆動電流のデューティ比を前記デューティ比演算手段により演算された値からロック時制限デューティ比まで減少させて前記駆動電流の最大値を前記ロック時制限値以下に制限する駆動電流制限制御を行い、前記ロック状態が解除されたと判定されたときに前記駆動電流のデューティ比を前記ロック時制限値から前記デューティ比演算手段により演算された値まで増加させて前記駆動電流制限制御を解除するロック時駆動電流制御手段と、
を具備したことを特徴とする電動車両駆動用電動機の制御装置。

【請求項4】 界磁を有するロータと n 相(n は2以上の整数)の電機子コイルを有するステータとを備えた電動車両駆動用ブラシレス直流電動機の出力をスロットル操作部材の変位量であるスロットル開度に対して制御する電動車両駆動用電動機の制御装置において、

前記スロットル開度を検出して該スロットル開度に相応した大きさのスロットル信号を出力するスロットルセンサと、

前記電動機の回転速度を検出する回転速度検出手段と、前記ロータのステータに対する回転角度位置を検出する位置検出器と、

直流電源から前記電機子コイルに駆動電流を流す相を切り換えるために前記直流電源と電機子コイルとの間に設けられたスイッチ回路と、

前記スロットル信号に対して前記駆動電流のデューティ比を演算するデューティ比演算手段と、前記ロータを回転させるべく前記位置検出器の出力に応じて決定した相の電機子コイルに前記デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を有するPWM波形の駆動電流を流すように前記スイッチ回路を構成するスイッチ素子を制御するスイッチ制御手段と、

前記スロットル信号から検出された前記スロットル操作部材の増速側への変位量をスロットル開度として該スロットル開度が設定されたロック判定開度以上で、かつ前記回転速度検出手段により検出された回転速度が設定されたロック開始判定回転速度以下になっている状態または前記回転速度が零になっている状態が設定されたロック開始判定時間の間継続したときに前記電動機がロック状態にあると判定し、前記スロットル開度が前記ロック判定開度未満になったとき、または前記回転速度が前記ロック開始回転速度よりも高く設定されたロック解除回転速度以上になっている状態が設定されたロック解除判定時間の間継続したときに前記ロック状態が解除されたと判定するロック状態判定手段と、

前記電動機が前記ロック状態にあると判定されたときに、前記駆動電流の制御モードをロックモードとして、前記駆動電流のデューティ比を前記デューティ比演算手段により演算された値からロック時制限デューティ比まで設定されたロック開始制御時間をかけて漸減させて、前記駆動電流の最大値をロック時制限値以下に制限する駆動電流制限制御を行い、前記ロック状態が解除されたと判定されたときに前記駆動電流のデューティ比を前記ロック時制限値から前記デューティ比演算手段により演算された値まで設定されたロック解除制御時間をかけて漸増させて前記駆動電流制限制御を解除するロック時駆動電流制御手段と、
を具備したことを特徴とする電動車両駆動用電動機の制御装置。

【請求項5】 前記スイッチ回路を構成するスイッチ素子の温度を検出する温度センサと、

前記温度センサにより検出された温度が許容値を超えたときに、前記ロック状態判定手段による判定結果の如何に係わりなく前記駆動電流のデューティ比を予め設定された制限値以下に制限する制御を行うスイッチ回路保護用制御手段と、

を更に備えている請求項3または4に記載の電動車両駆動用電動機の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電動スクータや、電気自動車等の電動車両の駆動源として用いる電動機を制御する制御装置に関するものである。

【0002】

30 【従来の技術】一般に電動機は、界磁を有するロータと n 相(n は2以上の整数)の電機子コイルを有するステータとを備えていて、電機子コイルに流す駆動電流をコントローラにより制御することにより、回転速度を制御するようにしている。近年コントローラとしては、CPUを用いたものが多く用いられている。

【0003】また電動車両を駆動する電動機としては、ブラシレス直流電動機が多く用いられている。周知のように、ブラシレス直流電動機は、磁石界磁を有するロータと、2相以上の多相の電機子コイルを有するステータとを備えていて、ロータのステータに対する回転角度位置に応じて電機子コイルの励磁相を切り換えていくことによりロータを回転させる。

40 【0004】この種の電動機を駆動する駆動装置は、ロータのステータに対する回転角度位置を検出する位置検出器と、直流電源から電機子コイルに駆動電流を流す相を切り換えるために直流電源と電機子コイルとの間に設けられたスイッチ回路と、電動機の出力を調節する際に操作されるスロットル操作部材と、スロットル操作部材の変位量をスロットル開度として検出して該スロットル開度
50 開度に相応した大きさのスロットル信号を出力するスロ

ットルセンサと、ロータを回転させるべく位置検出器の出力に応じて駆動電流を流す相を切り換えるようにスイッチ回路を制御するコントローラとにより構成される。

【0005】コントローラは、CPUを備えていて、該CPUに所定のプログラムを実行させることにより、スロットル信号の値に対して駆動電流のデューティ比を演算するデューティ比演算手段と、駆動電流をデューティ比演算手段により演算されたデューティ比を有するPWM波形の電流とするようにスイッチ回路を制御するPWM制御手段と、駆動電流を流す相の切換角度をスロットル信号に対して演算された制御進み角だけ位置検出器の出力により決まる基準の切換角度に対してシフトさせるように制御する制御進み角制御手段とを構成する。

【0006】ここで駆動電流のデューティ比は、駆動電流のオンオフの周期に対するオン時間の割合を示すもので、駆動電流が流れる時間を t_{on} 、駆動電流が零になる時間を t_{off} 、オンオフの周期を $T (= t_{on} + t_{off})$ とした場合、デューティ比DFは、 $DF = (t_{on}/T) \times 100 [\%]$ で定義される。

【0007】電動車両においては、アクセルグリップやアクセルペダル等のスロットル操作部材を変位させることにより電動機の出力を調節するが、車両の運転感覚を良好にし、スムーズな運転を行わせるためには、スロットル操作部材の変位量(スロットル開度) α に対してのみ駆動電流のデューティ比DFを制御するのではなく、スロットル操作部材に対するデューティ比DFの変化率を電動機の回転速度 $N [rpm]$ に応じて変化させるように、デューティ比DFをスロットル開度 α と回転速度 N との双方に対して制御している。

【0008】上記のようにデューティ比DFをスロットル開度 α と回転速度 N に対して制御する場合には、スロットル開度 α と回転速度 N と駆動電流のデューティ比DFとの間の関係を与える3次元マップをROMに記憶させておいて、このマップを用いて、CPUにより回転速度 N 及びスロットル開度 α に対してデューティ比DFを演算し、演算されたデューティ比DFで駆動電流を断続させるように、スイッチ回路のスイッチ素子をオンオフ制御する手法がとられる。

【0009】またブラシレス直流電動機においては、駆動電流を流す電機子コイルの相を切り換える切換角度(電気角)を、電動機の機械的な構成により決まる理論的な切換角度に対して所定の角度だけシフトさせている。駆動電流を流す相の切換角度と理論的な切換角度との位相差を制御進み角 γ と呼んでおり、この制御進み角 γ は一般には進み側に設定される。

【0010】ブラシレス直流電動機においては、上記制御進み角 γ により発生トルク及び最高回転速度が変化し、トルクを大きくするように制御進み角 γ を設定すると最高回転速度が低くなり、制御進み角 γ を進角させていくと最高回転速度が高くなるが発生トルクは小さくな

っていく。

【0011】通常、電動車両の駆動源としてブラシレス直流電動機を用いる場合には、低速時に十分に大きなトルクを得ることができる制御進み角 γ を正規の制御進み角 γ_0 として設定しておいて、回転速度が設定値を超える領域で回転速度の上昇に応じて制御進み角 γ を正規の制御進み角 γ_0 に対して進角させ、回転速度が設定された進角終了回転速度を超える領域では制御進み角の進角量を最大値に保持するようにしている。

【0012】上記のような、制御進み角制御を行う場合には、スロットル操作部材の変位量(スロットル開度) α と回転速度 N と制御進み角 γ との間の関係を与える3次元マップをROMに記憶させておいて、このマップを用いてスロットル開度の検出値と回転速度の検出値とに対して制御進み角 γ を演算し、電動機の制御進み角を演算された制御進み角に等しくするように制御する。

【0013】上記のように、回転速度が設定値を超える領域で制御進み角 γ を正規の制御進み角 γ_0 よりも進角させる制御を行う場合、スロットル操作部材の増速側への変位量を最大にした状態(フルスロットルの状態)で上り坂等を走行しているときに、制御進み角 γ の進角量が最大値に保たれた状態になり、電動機の駆動電流は定格値を超えた状態になる。このような状態が長時間続くと、電機子コイルの温度が上昇して許容値を超えることがある。特に、上り坂等において電動機の回転速度が極端に低下した場合には、電動機の駆動電流の転流に要する時間が長くなるため、電動機の特定の相の電機子コイルの温度が急上昇し、該電機子コイルが焼損するおそれがある。また上り坂等で電動機の回転が停止した場合には、ロータの停止位置により決まる特定の相の電機子コイルに大きな駆動電流が流れ続けるため、その電機子コイルの温度が急上昇して焼損する。

【0014】そのため、従来の電動車両用ブラシレス直流電動機の制御装置では、電機子コイルの温度を検出する温度センサを設けて、該温度センサにより異常な温度上昇が検出されたときに、駆動電流を制限することにより電動機の出力を制限して、電機子コイルの温度上昇を抑制する温度上昇抑制制御を行なわせている。

【0015】しかしながら、温度上昇時に駆動電流を制限しても、制御進み角が進角したままであると、無効電流が多く流れるため温度を十分に下げることができないという問題が生じる。このような問題を解決するため、電機子コイルの温度の異常上昇が検出されたときに無効電流を少なくするために制御進み角を進角させる制御と、駆動電流のデューティ比を減少させる制御とを併せて行うこともある。

【0016】上記の説明では、駆動電流のデューティ比と制御進み角とを制御するとしたが、制御進み角の制御を行わない場合も、フルスロットル状態で負荷が過大になって、電動機の回転速度が極端に低下したり、電動機

の回転が停止したりすると、電機子コイルの温度が異常上昇してコイルが焼損するため、電機子コイルの温度を検出してその温度上昇を抑制するように電動機の出力を制限する制御を行うことが必要になる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、従来の電動車両用ブラシレス直流電動機の制御装置では、多相の電機子コイルのうちの1相の電機子コイルに対してのみ温度センサを設けて、該温度センサにより検出された温度が許容範囲を超えたときに電動機の出力を制限することにより電機子コイルの温度上昇を抑制する温度上昇抑制制御を行うようにしていた。

【0018】しかしながら、このように、多相の電機子コイルのうちの1相の電機子コイルの温度のみを検出した場合には、特定の相の電機子コイルでのみ温度の異常上昇が生じた場合に、その温度の異常上昇を検出することができないことがあるため、電機子コイルの保護を適確に図ることができない。

【0019】例えば、ブラシレス直流電動機において、フルスロットル状態で電動機が過負荷により停止した場合には、駆動電流の転流が行われなくなるため、特定の相の電機子コイルに他の相の電機子コイルよりも大きな電流が流れる状態が継続してその温度が上昇し、コイルが焼損する。このような状態が生じるのを防ぐために、1つの相の電機子コイルに対してのみ温度センサを設けて温度上昇抑制制御を行うようにした場合には、電動機のロータの停止位置によっては、電機子コイルの温度の異常上昇を検出することができないことがあるため、電機子コイルの保護を適確に図ることができない。

【0020】また電動機がロックしないまでも、その回転速度が非常に低くなって停止間隙の状態になり、駆動電流の転流に要する時間が長くなったときには、特定の相の電機子コイルに大きな駆動電流が流れる時間が長くなるため、ロック状態と同じような状態になって特定の相の電機子コイルが過熱し、焼損する恐れがある。このような場合にも、1つの相の電機子コイルの温度のみを検出するようにした場合には、電機子コイルの温度の異常上昇を検出できないことがあるため、電動機の保護を適確に図ることができない。

【0021】そこで、多相の電機子コイルのすべての相の温度を検出するために、各相の電機子コイル毎に温度センサを設けることが考えられるが、すべての相の電機子コイルに対して温度センサを設けるとコストが高くなるのを避けられない。

【0022】また電機子コイルがロータ側に設けられている場合には、電機子コイルの温度を検出する温度センサを設けることができないため、電機子コイルの温度を検出して温度上昇抑制制御を行うことができない。

【0023】本発明の目的は、電機子コイルの温度を検出することなく、過負荷により電動機の回転が停止した

り、停止間隙の極低回転状態になったときに、電機子コイルの温度が異常上昇するのを防いで、電機子コイルの保護を図ることができるようにした電動車両駆動用電動機の制御装置を提供することにある。

【0024】本発明の他の目的は、電機子コイルがロータ側に設けられている場合にも、電機子コイルの異常な温度上昇を防ぐことができるようにした電動車両駆動用電動機の制御装置を提供することにある。

【0025】

10 【課題を解決するための手段】本発明は、スロットル操作部材の変位量であるスロットル開度に対して電動車両駆動用電動機の出力をマイクロコンピュータを用いて制御する電動車両駆動用電動機の制御装置に係わるものである。

20 【0026】本発明においては、電動車両駆動用電動機において、電機子コイルの温度が異常上昇するのは、スロットル開度をある程度大きくした状態で運転中に、電動機の負荷が過大になって、電動機の回転が停止するか、または回転速度が極めて低い低回転状態になったときであることに着目して、スロットル開度が所定の判定開度以上になっている状態で、電動機の回転が停止した状態及び、電動機の回転速度がロック開始回転速度以下に低下した状態をロック状態として検出し、このロック状態が検出されたときに電動機の出力を制限する制御を行わせることにより、電機子コイルの温度が異常上昇するのを防ぐようにしたものである。

30 【0027】通常電動機のロック状態とは、その回転が完全に停止した状態を言うが、本明細書では、電動機の回転が完全に停止した状態だけでなく、電動機の回転速度が極めて低い値まで低下した状態をもロック状態と呼ぶ。

40 【0028】本発明においては、上記の思想を具現するため、スロットル開度を検出して該スロットル開度に相応した大きさのスロットル信号を出力するスロットルセンサと、電動機の回転速度を検出する回転速度検出手段と、スロットル開度に対して電動機の出力を調節すべくスロットル信号に応じて電動機の駆動電流を制御する定常時駆動電流制御手段と、スロットル信号から検出されたスロットル開度が設定されたロック判定開度以上で、かつ回転速度検出手段により検出された回転速度が設定されたロック開始回転速度以下になっている状態または回転速度が零になっている状態が設定されたロック開始判定時間の間継続したときに電動機がロック状態にあると判定し、スロットル開度が前記ロック判定開度未満になっている状態、または回転速度がロック開始回転速度よりも高く設定されたロック解除回転速度以上になっている状態が設定されたロック解除判定時間の間継続したときにロック状態が解除されたと判定するロック状態判定手段と、電動機がロック状態にあると判定されているときに、駆動電流の制御モードをロックモードとして、

駆動電流を定常時駆動電流制御手段により決められる値からロック時制限値まで減少させて駆動電流の最大値をロック時制限値以下に制限する駆動電流制限制御を行い、ロック状態が解除されたとき判定されたときに駆動電流をロック時制限値から定常時駆動電流制御手段により決められる値まで増加させて駆動電流制限制御を解除するロック時駆動電流制御手段とを設ける。

【0029】上記のように、スロットル開度が所定の判定開度以上になっている状態で、電動機の回転が停止した状態、及び回転速度が設定されたロック開始回転速度以下に低下した状態をロック状態として検出して、このロック状態が検出されたときに電動機の駆動電流をロック時制限値以下に制限するようにすると、ロック時制限値を適当な値に設定しておくことにより、電機子コイルの温度が異常に上昇する状態が生じるのを防ぐことができる。

【0030】この場合、電機子コイルの温度を検出する必要がなく、またロック状態判定手段及びロック時駆動電流制御手段は、ソフトウェア上で構成できるため、コストの上昇を招くことなく、電機子コイルの保護を図ることができる。

【0031】また本発明によれば、電機子コイルの温度を検出する必要がないため、電動車両駆動用電動機において電機子コイルがロータ側に設けられる場合にも、電機子コイルを過熱から保護することができる。

【0032】なお、ロック状態が開始されたことを検出するために設定するロック開始判定時間は、いかなる場合もその判定時間内に電機子コイルの温度が異常に上昇することがないように、十分に短く設定しておく。

【0033】またロック状態が開始されたことを判定するために用いるロック開始回転速度は、スロットル開度が最大のとき（フルスロットル時）に、各相の電機子コイルに駆動電流が継続的に流れる時間（各相の電機子コイルに駆動電流が流れ始めてから、駆動電流が他の相に転流するまでの時間で、電動機の回転速度により決まる。）が許容限界値（電機子コイルの温度が許容上限値に達するまでに要する通電時間）に達するときの回転速度よりも僅かに高い値に設定しておく。即ち、電動機の回転速度がロック開始回転速度よりも高く、比較的短い終期で駆動電流の転流が行われる状態では、各相の電機子コイルに駆動電流が流れる時間が十分に短いため、フルスロットル状態でも各相の電機子コイルの温度が許容値を超えることはないが、電動機の回転速度がロック開始回転速度以下になると、各相の電機子コイルに駆動電流が流れる時間が長くなって特定の相の電機子コイルの温度が異常に上昇するように、ロック開始回転速度を設定しておく。

【0034】また駆動電流のロック時制限値は、各相の電機子コイルの温度を異常に上昇させることなく、各相の電機子コイルに流し続けることができる駆動電流の上限

値以下の値で、しかも電動機からある程度のトルクを発生させることができるような値に設定する。

【0035】上記のように、電動機がロック状態にあるときにも、電機子コイルにある程度の駆動電流を流して、電動機からトルクを発生させ続けるようにしておくと、例えば坂道で電動機がロック状態になって停止したときに、電動機のトルクが失われて車両が逆走するのを防ぐことができる。

【0036】上記ロック時駆動電流制御手段は、電動機がロック状態にあると判定されたときに、駆動電流の制御モードをロックモードとして、駆動電流の値を定常時駆動電流制御手段により決められる値からロック時制限値まで設定されたロック開始制御時間をかけて漸減させて、駆動電流の最大値をロック時制限値以下に制限する駆動電流制限制御を行い、ロック状態が解除されたとき判定されたときに前記駆動電流の値を前記ロック時制限値から前記定常時駆動電流制御手段により決められる値まで設定されたロック解除制御時間をかけて漸増させて駆動電流制限制御を解除するように構成するのが好ましい。

【0037】ロック時駆動電流制御手段を上記のように構成して、ロック状態になったときに電動機の駆動電流をロック時制限値まで徐々に低下させ、ロック状態が解除されたときに駆動電流を徐々に増加させるようにすると、電機子コイルを保護するために駆動電流を制限する制御動作とその解除とを急激なトルク変動を伴うことなく行わせることができるため、運転者を驚かすことなく、保護動作を行わせることができる。

【0038】界磁を有するロータと n 相（ n は2以上の整数）の電機子コイルを有するステータとを備えたブラシレス直流電動機を電動車両駆動用電動機として用いる場合には、前記スロットルセンサ及び回転速度検出手段の他に更に、ロータのステータに対する回転角度位置を検出する位置検出器と、直流電源から電機子コイルに駆動電流を流す相を切り換えるために直流電源と電機子コイルとの間に設けられたスイッチ回路とが設けられる。また、スロットル開度に対して駆動電流を制御するため、スロットル信号に対して駆動電流のデューティ比を演算するデューティ比演算手段と、ロータを回転させるべく位置検出器の出力に応じて決定した相の電機子コイルに前記デューティ比演算手段により演算されたデューティ比を有するPWM波形の駆動電流を流すように前記スイッチ回路を構成するスイッチ素子を制御するスイッチ制御手段とが設けられる。

【0039】この場合も、ロック状態判定手段は、スロットル信号から検出されたスロットル操作部材の増速側への変位量をスロットル開度として該スロットル開度が設定されたロック判定開度以上で、かつ回転速度検出手段により検出された回転速度が設定されたロック開始判定回転速度以下になっている状態または回転速度が零に

なっている状態が設定されたロック開始判定時間以上継続したときに電動機がロック状態にあると判定し、スロットル開度がロック判定開度未満になったとき、または回転速度がロック開始回転速度よりも高く設定されたロック解除回転速度以上になっている状態が設定されたロック解除判定時間の間継続したときにロック状態が解除されたと判定するように構成する。

【0040】またロック時駆動電流制御手段は、電動機がロック状態にあると判定されているときに、駆動電流のデューティ比をデューティ比演算手段により演算された値からロック時制限デューティ比まで減少させて駆動電流の最大値をロック時制限値以下に制限する駆動電流制限制御を行い、ロック状態が解除されたと判定されたときに駆動電流のデューティ比をロック時制限値からデューティ比演算手段により演算された値まで増加させて駆動電流制限制御を解除するように構成する。この場合も、ロック時駆動電流制御手段は、電動機がロック状態にあると判定されたときに、駆動電流のデューティ比をデューティ比演算手段により演算された値からロック時制限デューティ比まで設定されたロック開始制御時間をかけて漸減させて、駆動電流の最大値をロック時制限値以下に制限する駆動電流制限制御を行い、ロック状態が解除されたと判定されたときに駆動電流のデューティ比をロック時制限値からデューティ比演算手段により演算された値まで設定されたロック解除制御時間をかけて漸増させて駆動電流制限制御を解除するように構成するのが好ましい。

【0041】また電動車両駆動用電動機としてブラシレス直流電動機を用いる場合には、スイッチ回路を構成するスイッチ素子の温度を検出する温度センサと、温度センサにより検出された温度が許容値を超えたときに、ロック状態判定手段による判定結果の如何に係わりなく駆動電流のデューティ比を予め設定された制限値以下に制限する制御を行うスイッチ回路保護用制御手段とを設けるのが好ましい。

【0042】このように構成しておくこと、過電流によりスイッチ回路のスイッチ素子の温度が上昇してスイッチ素子が破損するのを防ぐことができる。

【0043】上記温度センサは、例えばスイッチ素子を取り付けるヒートシンクの温度を検出するように設けられ

ばよい。

【0044】

【発明の実施の形態】以下、図1ないし図4を参照して本発明の一実施形態を説明する。

【0045】図1は本発明に係わる制御装置のハードウェアの構成例を示したもので、同図において、1はロータ2とステータ3とからなるアウトロータ型のブラシレス直流電動機である。ロータ2は、強磁性材料によりほぼカップ状に形成されたヨーク201と、ヨーク201の周壁部の内周に取り付けられた永久磁石202とから

なっていて、永久磁石202が径方向に着磁されて、2極の磁石界磁203が構成されている。

【0046】なお磁石界磁は、2極に限られるものではなく、一般には2m極(mは1以上の整数)に構成することができる。

【0047】図示の例では、ロータ2の正規の回転方向を図示の矢印CCL方向(図1において反時計方向)としている。

【0048】ステータ3は、環状の継鉄部から3個の歯部Pu~Pwを放射状に突出させたステータ鉄心301と、該ステータ鉄心の歯部Pu~Pwにそれぞれ巻回された3相の電機子コイルLu~Lwとからなっており、電機子コイルLu~Lwは3相星形結線されている。ステータ鉄心301の歯部Pu~Pwのそれぞれの先端の外周部がステータ磁極302となっていて、これらのステータ磁極が磁石界磁203に所定のギャップを介して対向させられている。

【0049】なお図示の例ではステータ鉄心を3極に構成しているが、ステータに設ける電機子コイルの相数を3とする場合、一般にはステータ鉄心に3n(nは1以上の整数)個の歯部を設けて、該3n個の歯部に3相の電機子コイルを巻回する構成をとることができる。

【0050】ヨーク201は、その底壁部の中央にボス(図示せず。)を備えていて、該ボスが電動車両の駆動輪の車軸に直接取り付けられるか、または該ボスに締結された回転軸が電動車両の駆動輪の車軸に減速機を介して結合される。

【0051】ロータ2のステータ3に対する回転角度位置を検出するため、ステータ鉄心301に、U、V、W3相の位置検出器hu、hv及びhwが取り付けられている。

【0052】各位置検出器は、各相の電機子コイルに流す駆動電流の通電角(電気角)やロータの回転方向に応じて適宜の位置に配置される。例えば、図示の例で、ロータの回転方向を反時計方向とし、ロータ2の回転に伴って電機子コイルLu~Lwにそれぞれ誘起する無負荷誘起電圧がピークに達する位置(磁石界磁203から各相の電機子コイルが巻回された歯部を通してながれる磁束が零点を通過する位置)の前後90度(電気角)の区間各相の電機子コイルに駆動電流を流す「180度スイッチング制御」を行って電動機を回転させる場合には、3相の電機子コイルLu~Lwがそれぞれ巻回されている歯部Pu、Pv及びPwの先端の磁極部の中心位置がロータ2の磁石界磁の各磁極の中心位置に一致するときのロータの回転角度位置を検出するように(該回転角度位置で位置検出器のレベルを変化させるように)、各相の位置検出器が取り付けられる。図示の例では、ステータ鉄心301の歯部Pv、Pw及びPuにそれぞれU、V、W3相の位置検出器hu、hv及びhwを取付けることにより、歯部Pu、Pv及びPwの先端の磁極部の

中心位置がロータ2の磁石界磁の各磁極の中心位置に一致するときのロータの回転角度位置を検出するようにしている。

【0053】図示のように、3つの歯部P_u～P_wにそれぞれ電機子コイルL_u～L_wが巻回されていて、位置検出器h_u～h_wとしてホールICが用いられる場合には、歯部P_u～P_wのそれぞれの磁極の中心に対して電気角で90度位相が進んだ位置に位置検出器h_u～h_wを配置して、これらの位置検出器の出力により決まる駆動相（駆動電流を流す電機子コイルの相）の切換角度を基準の切換角度とし、この基準の切換角度に対して実際の切換角度を進角または遅角させるように制御進み角を演算する。

【0054】10は電機子コイルL_u～L_wと直流電源11との間に設けられて電機子コイルの励磁相を切り換えるスイッチ回路である。このスイッチ回路は、一端が共通接続された上段のスイッチ素子10_uないし10_wと、これらの上段のスイッチ素子の他端にそれぞれ一端が接続され、他端が共通接続された下段のスイッチ素子10_x～10_zとからなるスイッチ素子のブリッジ回路からなっていて、上段のスイッチ素子10_u～10_wの一端の共通接続点及び下段のスイッチ素子10_x～10_wの他端の共通接続点がそれぞれ直流電源11の正極端子及び負極端子に接続されている。

【0055】スイッチ回路を構成するスイッチ素子としては、MOSFET、電力用トランジスタ、IGBT等のオンオフ制御が可能な任意のスイッチ素子を用いることができるが、図示の例では、各スイッチ素子がMOSFETからなっている。

【0056】電動車両の制動時に再生電流を流すため、上段のスイッチ素子10_u～10_w及び下段のスイッチ素子10_x～10_zにそれぞれ帰還用ダイオード12_u～12_w及び12_x～12_zが並列接続される。図示のように各スイッチ素子としてMOSFETを用いる場合には、これらの帰還用ダイオードとしてFETのドレインソース間に形成されている寄生ダイオードを用いることができる。

【0057】図示の直流電源11は、バッテリーBと、該バッテリーの両端に接続されたコンデンサC1とからなっている。

【0058】スイッチ回路10を制御するため、マイクロコンピュータと入出力インターフェースとを備えたコントローラ13と、コントローラ13から与えられる信号に応じてスイッチ回路のスイッチ素子10_u～10_w及び10_x～10_zにそれぞれ駆動信号（スイッチ素子をオン状態にするための信号）S_u～S_w及びS_x～S_zを与えるドライバ回路14とが設けられ、位置検出器h_u～h_wからそれぞれ得られる位置検出信号H_u～H_wがコントローラ13に入力されている。

【0059】15は電動車両の速度を調節するアクセル

グリップやアグセルペダル等のスロットル操作部材の変位量をスロットル開度 α として検出するスロットルセンサである。図示のスロットルセンサ15は、スロットル操作部材に可動接触子15aが連結されたポテンシオメータからなっている。スロットルセンサ15を構成するポテンシオメータの両端には、図示しない定電圧直流電源回路から得られる直流定電圧Eが印加されていて、該ポテンシオメータの可動接触子15aと接地間にスロットル開度 α に比例したスロットル信号V α が得られるようになっている。スロットルセンサ15から得られるスロットル信号はコントローラ13に入力されている。スロットル信号はコントローラ13内に設けられたA/D変換器によりデジタル値V_{th}に変換されてマイクロコンピュータのCPUに読み込まれる。

【0060】また図示の例では、スイッチ回路10を構成するスイッチ素子の温度を検出するため、スイッチ回路10の構成素子を取り付けられているヒートシンクに感温抵抗素子R_{ts}（図1参照）が熱的に結合され、この感温抵抗素子R_{ts}によりスイッチ回路用の温度センサが構成されている。コントローラ13には、感温抵抗素子R_{ts}の両端に一定の直流電圧を印加する電圧印加回路（図示せず。）が設けられていて、感温抵抗素子R_{ts}の両端に得られる温度検出信号V_{ts}が、コントローラ13のCPU（図示せず）に設けられたアナログ入力ポートに入力されている。感温抵抗素子R_{ts}は正の温度係数を有するものでもよく、負の温度係数を有するものでもよい。

【0061】コントローラ13は、例えば、位置検出器h_u～h_wがそれぞれ発生する矩形波状の位置検出信号の発生間隔を計測することにより電動機の回転速度N[rpm]を演算し、この回転速度Nと、スロットル信号の値（デジタル値）V_{th}から得られるスロットル開度情報とに基づいてブラシレス直流電動機1の電機子コイルに供給する駆動電流のデューティ比DFと、制御進み角（駆動電流を流す電機子コイルの相を切り換える実際の切換角度と位置検出器の配置により決まる基準の切換角度との位相差） γ とを演算する。デューティ比DF及び制御進み角 γ の演算は、それぞれ回転速度Nとスロットル開度とデューティ比DFとの間の関係を与えるデューティ比演算用3次元マップ及び回転速度Nとスロットル開度と制御進み角 γ との間の関係を与える制御進み角演算用3次元マップ（いずれのマップもROMに記憶されている）を用いて補間法により行われる。

【0062】コントローラ13を構成するマイクロコンピュータが実行するプログラムのうち、上記回転速度を演算する過程により電動機の回転速度を検出する回転速度検出手段が実現される。また上記デューティ比演算用マップを用いてデューティ比を演算する過程により、スロットル信号の値と回転速度とに対して駆動電流のデューティ比を演算するデューティ比演算手段が構成され、

上記制御進み角演算用マップを用いてスロットル信号に対して制御進み角を演算する過程により、制御進み角演算手段が構成される。

【0063】コントローラ13はまた、ロータ2を所定の方向に回転させるべく、位置検出器 $h_u \sim h_w$ の出力信号に基づいて駆動電流を流す相を決定して、決定した相の電機子コイルに、制御進み角演算手段により演算された制御進み角を有する切換え角度で駆動電流を流す相を切り換えながら、デューティ比演算手段により演算されたデューティ比で断続するPWM波形の駆動電流を所定の相の電機子コイルに流すべく、スイッチ回路10の所定のスイッチ素子に駆動信号を与えることを指令する指令信号をドライバ回路14に与えるスイッチ制御手段を実現する。上記デューティ比演算手段と、スイッチ制御手段とにより、スロットル開度に対して電動機の出力を調節すべくスロットル信号に応じて電動機の駆動電流を制御する定常時駆動電流制御手段が構成される。

【0064】ドライバ回路14は、コントローラ13から与えられる指令信号に応じてスイッチ回路の所定のスイッチ素子に駆動信号（スイッチ素子をオン状態にするための信号）を与える。

【0065】図2（A）ないし（I）は、図1に示したブラシレス直流電動機を、180度スイッチング制御を行って駆動する場合の位置検出信号の波形と、スイッチ回路10の各スイッチ素子のオンオフ動作波形とを示した波形図である。図2（A）ないし（C）はそれぞれ位置検出器 $h_u \sim h_w$ が発生する位置検出信号 $H_u \sim H_w$ の一例を示し、図2（D）ないし（F）はそれぞれ、駆動電流を流す電機子コイルの相を切り換える角度を基準の切換角度とした場合の、スイッチ回路10の上段のスイッチ素子10uないし10wのオンオフ動作を示している。また図2（G）ないし（I）はそれぞれスイッチ回路10の下段のスイッチ素子10x～10zのオンオフ動作を示している。

【0066】コントローラ13は、図2（A）ないし（C）に示された位置検出信号に論理演算を施すことにより、スイッチ回路10の各スイッチ素子をオン状態にする区間とオフ状態にする区間とを決定し、各スイッチ素子をオン状態にする区間そのスイッチ素子に駆動信号を与える。駆動電流をPWM制御するため、図示の例では、下段のスイッチ素子10x～10zに与える駆動信号を、デューティ比演算手段により演算されたデューティ比で断続する波形として、下段のスイッチ素子を所定のデューティ比でオンオフさせている。

【0067】図2に示した例では、コントローラのCPUが実行するプログラムのうち、スイッチ素子10x～10zに与える駆動信号をデューティ比演算手段により演算されたデューティ比で断続させる過程により、駆動電流をスロットル信号に対して演算されたデューティ比を有するPWM波形の電流とするようにスイッチ回路1

0を制御するPWM制御手段が構成される。

【0068】ブラシレス直流電動機においては、制御進み角 γ によって最大発生トルク及び最高回転速度が変化する。一般には、電動機の用途や要求されるトルク特性、或いは必要とされる最高回転速度等に応じて制御進み角の大きさを設定している。電動車両を駆動するブラシレス直流電動機の場合は、電動機の回転速度が設定値以下であるときに制御進み角 γ を正規の制御進み角 γ_0 に固定し、電動機の回転速度が設定された進角開始回転速度を超える範囲で制御進み角 γ を回転速度の上昇に伴って正規の制御進み角 γ_0 よりも進角させ、電動機の回転速度が設定された進角終了回転速度以上になる範囲では制御進み角の進角量を設定された最大値に固定するように、制御進み角 γ を制御することが多い。

【0069】制御進み角 γ を制御する場合には、駆動電流を流す相を切り換える切換角度をスロットル信号に対して演算された制御進み角だけ位置検出器の出力により決まる基準の切換角度に対してシフトさせるように制御する制御進み角制御手段がコントローラ13に設けられる。

【0070】この制御進み角制御手段は、コントローラ13のCPUが実行するプログラムの一連の過程のうち、制御進み角演算手段により演算された制御進み角と位置検出器の出力により決定される基準の切換角度とから、駆動電流を流す相を切り換えるタイミングを決定する過程により構成される。

【0071】正規の制御進み角 γ_0 をどのように設定するかは任意であるが、一般には、電動車両の発進時のトルクを大きくするために、最大トルクが得られる制御進み角を正規の制御進み角 γ_0 とする。

【0072】回転速度Nが設定値を超える領域で制御進み角 γ を正規の制御進み角 γ_0 よりも進角させる制御を行う場合、上り坂等でスロットル操作部材の増速側への変位量を最大にした状態（フルスロットルの状態）で運転しているときに、制御進み角 γ の進角量が最大値に保たれた状態になり、電動機の駆動電流は定格値を超えた状態になる。このような状態で、電動機の回転速度が極端に低下し、各相の電機子コイルに駆動電流が流れ続ける状態が長い時間の間継続するようになると、電機子コイルの温度が上昇して許容値を超えるおそれがある。

【0073】そこで、本発明においては、スロットル開度をある程度大きくした状態で運転しているときに、電機子コイルの温度が許容値を超えて上昇するおそれがある電動機の低回転状態及び電動機の回転が停止した状態をロック状態として、このロック状態を検出するロック状態検出手段と、ロック状態が検出されたときに電動機の駆動電流を制限する制御を行うロック時駆動電流制御手段とを設ける。

【0074】ロック状態判定手段は、スロットル信号から検出されたスロットル操作部材の増速側への変位量を

スロットル開度として該スロットル開度が設定されたロック判定開度以上になっている状態で、回転速度検出手段により検出された回転速度 N が設定されたロック開始判定回転速度 N_{LS} 以下になっている状態、または回転速度が零になっている状態が設定されたロック開始判定時間 t_{LS} の間継続したときに電動機がロック状態にあると判定し、スロットル開度がロック判定開度未満になったとき、または回転速度 N がロック開始回転速度 N_{LS} よりも高く設定されたロック解除回転速度 N_{LC} 以上になっている状態が設定されたロック解除判定時間 t_{LC} の間継続したときにロック状態が解除されたと判定する。

【0075】またロック時駆動電流制御手段は、電動機がロック状態にあると判定されたときに、駆動電流の制御モードをロックモードとして、駆動電流のデューティ比をデューティ比演算手段により演算された値からロック時制限デューティ比まで設定されたロック開始制御時間をかけて漸減させて、駆動電流の最大値をロック時制限値以下に制限する駆動電流制限制御を行い、ロック状態が解除されたと判定されたときに駆動電流のデューティ比をロック時制限値からデューティ比演算手段により演算された値まで設定されたロック解除制御時間をかけて漸増させて駆動電流制限制御を解除する制御を行う。

【0076】図3は、本発明に係わる制御装置において、スロットル操作部材の開度が最大の状態に保たれているとき（フルスロットル時）の、駆動電流のデューティ比 DF の変化の一例と、電動機の回転速度 N の変化の一例とを時間 t に対して示したもので、図示の例では、時刻 t_1 で電動機の回転速度がロック開始判定回転速度 N_{LS} 以下になった後、回転速度がロック開始判定回転速度以下になっている状態がロック開始判定時間 t_{LS} の間継続した時に（時刻 t_2 において）電動機がロック状態にあると判定されている。時刻 t_2 で電動機がロック状態にあると判定された後、設定されたロック開始制御時間 t_{s1} を掛けて、デューティ比 DF をロック時制限値まで減少させている。また負荷の減少により、時刻 t_4 において電動機の回転速度がロック開始回転速度 N_{LS} よりも高く設定されたロック解除回転速度 N_{LC} まで上昇した後、時刻 t_5 で設定されたロック解除判定時間 t_{LC} が経過した時にロック状態が解除されたと判定して、駆動電流のデューティ比 DF を設定されたロック解除制御時間 t_{s2} を掛けて、ロック時制限値からデューティ比演算手段により演算されている値（図示の例では100%）まで増加させている。

【0077】図4は、上記ロック状態判定手段を実現するためにコントローラ13内のマイクロコンピュータに実行させるプログラムのアルゴリズムの一例を示したものである。この例では、マルチタスクの手法により、所定の機能を実現するための複数のタスクを一定の時間間隔で順次実行させて、電動機を制御するために必要な各手段（回転速度演算手段、デューティ比演算手段、定常

時駆動電流制御手段等）を実現するようにしている。図4はロック状態判定手段を実現する一つのタスクのアルゴリズムの一例を示したもので、このタスクは例えば30msec毎に実行される。

【0078】図4に示したタスクが開始されると、そのステップ1において、スロットルセンサ15により検出されている現在のスロットル開度 Thr をロック判定開度 Thr_L と比較し、現在のスロットル開度 Thr がロック判定開度 Thr_L 以上になっているか否かを判定する。その結果、現在のスロットル開度 Thr がロック判定開度 Thr_L 以上になっている場合には、ステップ2に進んで、制御モードがロックモードであるか否かを判定し、ロックモードでない場合には、ステップ3においてロック解除制御が行われているか否かを判定する。その結果、ロック解除制御が行われていないと判定されたときには、ステップ4に進んで、図示しない回転速度演算手段により演算されている現在の回転速度 N がロック開始回転速度 N_{LS} 以下であるか否かを判定する。その結果、現在の回転速度 N がロック開始回転速度 N_{LS} を超えているときには、ステップ5で制御モードをロック解除制御モードとしてロック解除制御を開始させる。

【0079】ロック解除制御では、駆動電流のデューティ比をロック時制限値からデューティ比演算手段により演算される値まで、所定のロック解除制御時間 t_{s2} を掛けて暫増させて、デューティ比の制限（駆動電流の制限）を解除する。

【0080】ステップ4で回転速度 N がロック開始回転速度 N_{LS} 以下であると判定されたときには、ステップ6に進んでロック開始制御が行われているか否かを判定し、ロック開始制御が未だ行われていないときには、ステップ7に進んでロック開始制御（回転速度 N がロック開始回転速度 N_{LS} 以下になっている状態の継続時間を計測するための制御）を開始させる。

【0081】ステップ6においてロック開始制御が行われていると判定されたときには、ステップ8に進んでスタートカウンタの計数値を1つインクリメントし、ステップ9に移行する。ステップ9では、スタートカウンタの計数値とロック開始判定時間 t_{LS} を与える計数値とを比較して、スタートカウンタの計数値がロック開始判定時間 t_{LS} を与える値に達しているか否かを判定し、スタートカウンタの計数値がロック開始判定時間 t_{LS} を与える値に達しているとき（回転速度がロック開始回転速度以下になったことが検出された後ロック開始判定時間 t_{LS} が経過している時）には、ステップ10に進んで駆動電流の制御モードをロックモードとする。

【0082】このロックモードにおいては、図3に示したように、駆動電流のデューティ比をデューティ比演算手段により演算されている値（図3の例では100%）から予め設定されたロック時制限値までロック開始制御時間 t_{s1} を掛けて暫減させて、デューティ比をロック時

制限値以下に制限する。

【0083】ステップ9において、スタートカウンタの計数値がロック開始判定時間 t_{LS} を与える値に達していないと判定されたときには、何もしないでこのタスクを終了する。

【0084】ステップ1において、現在のスロットル開度がロック判定角度よりも小さいと判定されたときには、ステップ11においてロック解除制御モードとして、図示のタスクを終了する。

【0085】またステップ2において、制御モードがロックモードにあると判定されたときには、ステップ12に進んで現在の回転速度 N がロック解除回転速度 N_{LC} 以上であるか否かを判定し、回転速度 N がロック解除回転速度 N_{LC} 以上になっている場合には、ステップ13に進んで、ロック解除制御を行わせる。ステップ12において回転速度 N がロック解除回転速度 N_{LC} よりも低いと判定されたときには、何もしないでこのタスクを終了する。

【0086】またステップ3において、ロック解除制御が行われていると判定されたときには、ステップ14に進んで回転速度 N がロック開始回転速度 N_{LS} 以下であるか否かを判定し、その結果、回転速度 N がロック開始回転速度 N_{LS} 以下であると判定されたときには、制御モードをロックモードとしてこのタスクを終了する。

【0087】ステップ14において回転速度 N がロック開始回転速度 N_{LS} を超えていると判定されたときには、ステップ16でキャンセルカウンタの計数値を1インクリメントし、次いでステップ17でキャンセルカウンタの計数値をロック解除判定時間 t_{LC} を与える値に達しているか否かを判定する。その結果、キャンセルカウンタの計数値がロック解除判定時間 t_{LC} を与える値に達していないと判定されたとき（ロック解除制御が開始された後ロック解除判定時間 t_{LC} が経過していないとき）には、何もしないでタスクを終了する。またステップ17において、キャンセルカウンタの計数値がロック解除判定時間 t_{LC} を与える値に達していると判定されたとき（回転速度がロック解除回転速度以上になった後、ロック解除判定時間 t_{LC} が経過しているとき）にはステップ18に進んで駆動電流の制御モードをロック解除モードとし、このタスクを終了する。

【0088】ロック解除モードでは、駆動電流のデューティ比をロック時制限値からデューティ比演算手段により演算されている値にまで、所定のロック解除制御時間をかけて暫増させて、駆動電流の制限を解除する。

【0089】図4に示した例では、ステップ10及び18により、ロック時駆動電流制御手段が実現され、その他のステップによりロック状態判定手段が実現される。

【0090】また本実施形態では、スイッチ回路10に対して設けられた感温抵抗素子（温度センサ） R_{ts} によりスイッチ回路を構成するスイッチ素子の温度が該スイ

ッチ回路に対して設定された許容値を超えたときに、ロック状態判定手段による判定結果の如何に係わりなく駆動電流のデューティ比を予め設定された制限値以下に制限する制御を行うスイッチ回路保護用制御手段が設けられている。

【0091】上記の例では、駆動電流制御モードをロックモードとしたときに、駆動電流を定常時駆動電流制御手段により決められる値からロック時制限値まで時間をかけて暫減させて駆動電流を制限し、ロック解除制御を行う際には、駆動電流を時間をかけてロック時制限値から定常時駆動電流制御手段により決められる値まで時間をかけて暫増させて制限を解除するようにしたが、本発明は、このように駆動電流を暫減させたり暫増させたりする場合に限定されるものではなく、ロック状態が検出されたときに駆動電流を直ちにロック時制限値まで減少させるようにしたり、ロック状態が解除されたことが検出されたときに、駆動電流を定常時の値に直ちに復帰させるようにしてよい。

【0092】上記の例では、スイッチ回路の下段のスイッチ素子をオンオフさせることによりPWM波形の駆動電流を得るようにしているが、スイッチ回路の上段のスイッチ素子をオンオフさせることによりPWM波形の駆動電流を得るようにしてもよく、上段のスイッチ素子と下段のスイッチ素子との双方をオンオフさせることによりPWM波形の駆動電流を得るようにしてもよい。

【0093】上記の例では、位置検出器を構成するホールICを各相の電機子コイルが巻回された歯部の中心に対して電気角で90°進んだ位置に配置したが、位置検出器はロータのステータに対する回転角度位置を検出すれば良く、その配設位置は上記の例に限定されない。

【0094】上記の例では、180度スイッチング制御を行わせているが、ブラシレス直流電動機の駆動の仕方は上記の例に限られるものではなく、例えば各相の電機子コイルが巻回された歯部を通して流れる磁束が零点を通過する位置の前後60度（電気角）の区間各相の電機子コイルに駆動電流を流す「120度スイッチング制御」を行って電動機を回転させる場合にも本発明を適用することができる。

【0095】また上記の例では、位置検出器としてホールICを用いているが、ホールICに代えて、フォトエンコーダ等の位置検出器を用いるようにしてもよい。

【0096】本発明を適用する電動車両は、電動機の出力を車両の駆動輪に直接伝達する構造のものでよく、電動機の出力を減速機を介して駆動輪に伝達するようにしたものでもよい。

【0097】上記の例では、3相のブラシレス電動機を例にとったが、本発明において電機子コイルの相数 n は2以上であればよい。また電動車両駆動用電動機として、ブラシレス直流電動機以外の電動機が用いられる場合にも本発明を適用することができる。

【0098】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、スロットル開度が所定の判定開度以上になっている状態で、電動機の回転が停止した状態、及び回転速度が設定されたロック開始回転速度以下に低下した状態をロック状態として検出して、このロック状態が検出されたときに電動機の駆動電流をロック時制限値以下に制限するようにしたので、ロック時制限値を適当な値に設定しておくことにより、電機子コイルの温度が異常に上昇する状態が生じるのを防ぐことができる利点がある。

【0099】また本発明によれば、電機子コイルの温度を検出する必要がなく、またロック状態判定手段及びロック時駆動電流制御手段は、ソフトウェア上で構成できるため、コストの上昇を招くことなく、電機子コイルの保護を図ることができる。

【0100】更に本発明によれば、電機子コイルの温度を検出する必要がないため、電動車両駆動用電動機において電機子コイルがロータ側に設けられる場合にも、電機子コイルを過熱から保護することができる利点がある。

*る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態のハードウェアの構成例を示した構成図である。

【図2】図1に示した電動機における位置検出信号の波形と、スイッチ回路の各スイッチ素子のオンオフ動作波形とを示した波形図である。

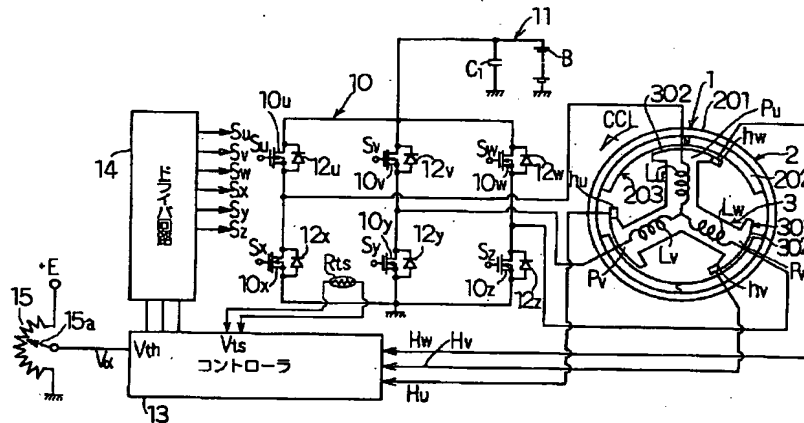
【図3】本発明に係わる制御装置が保護動作を行う際の駆動電流のデューティ比の時間的な変化、及び電動機の回転速度の時間的な変化の一例を示した線図である。

【図4】本発明に係わる制御装置に設けるロック状態判定手段を構成するために制御装置のコンピュータに実行させるプログラムのアルゴリズムの一例を示したフローチャートである。

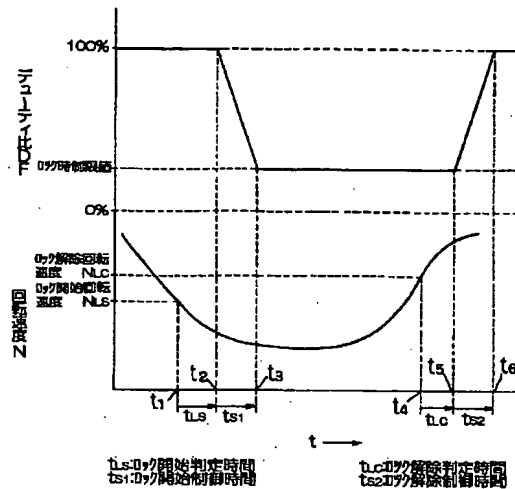
【符号の説明】

1…ブラシレス直流電動機、2…ロータ、3…ステータ、 $L_u \sim L_w$ …電機子コイル、 $h_u \sim h_w$ …位置検出器、10…スイッチ回路、13…コントローラ、15…スロットルセンサ、 R_{ts} …感温抵抗素子。

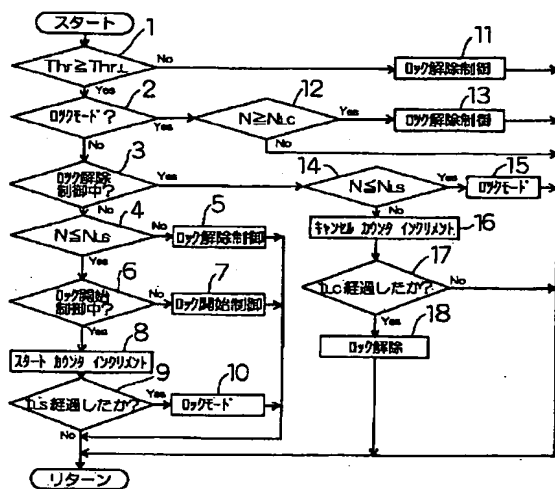
【図1】



【圖3】



【図4】



| | |
|------|-----------------------|
| N | 現在の回転速度 |
| Thr | 現在のカットリ速度 |
| NLS | カット開始回転速度 |
| NLC | カット解除回転速度 (NLC > NLS) |
| ThrL | カット判定速度 |
| ts | カット判定時間 |
| ts | カット解除判定時間 |

フロントページの続き

F ターム(参考) 5H115 PA08 PA15 PG04 PG10 PU10
PU11 PV09 PV24 QE02 QE12
QN12 RB22 TB01 TO05 TU09
TU11
5H560 AA08 BB04 BB07 BB12 DA02
DB02 DC12 EB01 JJ02 RR10